انجمن ایرانی مهندسان محاسب ساختمان

جامعه مهندسان مشاور ایران

طراحی ساختمان بیمارستان ها بر اساس عملکرد

دومین سمینار

طراحی اجزا غیر سازه ای بر اساس عملکرد

عنوان

طراحی اجزای غیر سازه‌ای بیمارستان‌ها براساس عملکرد

و

دلایل استفاده از استاندارد ASCE

مهندسین مشاور سرزمین

تیمور هنربخش

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

آذر ماه ۹۶

فهرست مندرجات

موضوع	شماره صفحه
پیشگفتار	۳
پیشینه ضرورت طراحی براساس عملکرد	۸
درسهای آموخته شده در امریکا	۹
درسهای آموخته شده در شیلی	۱۶
تعیین رویکرد مناسب در طراحی اجزاء غیر سازه ای بیمارستانها	۲۲
روش طراحی اجزای غیر سازه ای بیمارستان ها براساس عملکرد	۲۴
مقدمه	۲۵
تعاریف	۲۶
رده بندی رفتاری اجزاء	۲۹
ضریب اهمیت جزء	۳۰
ضوابط طراحی اجزاء غیر سازه ای، نگهدارنده ها وادوات اتصال	۳۰
مدلسازی	۳۱
روش های طراحی	۳۲
ترکیبات بارگذاری	۳۷
معیارهای کنترل	۳۷
اجزای معماری: تعریف، رفتار و معیارهای پذیرش	۴۷
اجزای مکانیکی، برقی و تجهیزات: تعریف، رفتار و معیارهای پذیرش	۸۵

به نام خدا

پیشگفتار

اهمیت توجه به طرح لرزه ای اجزای غیرسازه ای، با ارتقاء سطح طراحی و اجرای سازه ساختمانها و پایداری آنها در زلزله هائی که در سطح جهان رخ میدهد هر روز مشخص تر می گردد. این امر علی الخصوص در بیمارستانها که باید قابلیت خدمت رسانی پس از وقوع زلزله داشته باشند، برجسته تر است.

یک بیمارستان از بخش های مختلفی از جمله اورژانس، اداری، اتاق های بستری، جراحی، مراقبت های ویژه، رادیولوژی، بانک خونی، داروخانه و ... تشکیل می شود که هر یک دارای خصوصیات و نیازهای خاص خود می باشند.

طراحی ایمن وقتی تحقق می یابد که نیازهای هر بخش در کلیه شرایط مفروض در طول عمر ساختمان برآورده شود.

بیمارستان ها به لحاظ گستردگی و سطح تخصص سرویس دهی درجات اهمیت متفاوتی دارند و در ۶ سطح و به صورت درمان بستر سطح(۱)، بیمارستان شهرستان سطح (۲)، بیمارستان ناحیه ای سطح (۳)، بیمارستان منطقه‌ای سطح (۴)، بیمارستان قطبی سطح(۵) و بیمارستان‌کشوری سطح (۶) طبقه بندی شده اند.

در « استاندارد برنامه ریزی و طراحی بیمارستان ایمن» معیارهای طراحی برای هر بخش ارائه گردیده است.

گروه های مسئول برای حصول به طراحی ایمن و پاسخگو به اهداف طراحی عبارتند از:

- کارفرما
- طراحان شامل معمار، مهندس تأسیسات مکانیکی، مهندس تأسیسات برقی، مهندس سازه و مهندسانی که مشخصات فنی تجهیزات پروژه را تعیین می نمایند
- پیمانکار اصلی و پیمانکاران جزء مرتبط با بخشهای اجرای اجزاء مختلف تأسیسات مکانیکی و تأسیسات برقی پروژه
- پیمانکاران مجری دیوارهای پیرامونی، داخلی، پارتیشن ها، سقف های کاذب، تأمین کنندگان مصالح و تجهیزات
- کنترل کننده طراحی
- دستگاه نظارت پروژه

هریک از گروههای فوق نقشی در چگونگی عملکرد ساختمان پس از وقوع زلزله طرح دارند که اگر به درستی به وظایف خود عمل نکنند، با آسیب دیدن بخش یا بخشی هائی از اجزاء غیر سازه ای، عملکرد مورد انتظار پس از زلزله تحقق نخواهد یافت.

تا امروز صنعت بیمه و سازمانهای وام دهنده توجه کمی به طراحی و اجرای اجزای غیر سازه ای در ساختمان داشته اند.

نقش این سازمانها در حفاظت از اجزاء غیر سازه ای وقتی افزایش خواهد یافت که خسارات وسیعی در زلزله های آینده به این اجزاء وارد شود.

اقداماتی که تیم طراحی برای حصول به هدف طرح باید انجام دهد ، به شرح زیر است؛

۱- با تفکیک بخش های مختلف، عملکردهای هریک را تعیین نماید.

۱-۱- برای طراحی اجزای غیر سازه ای در بخش های غیر بیمارستانی نظیر ساختمان اداری، میتوان از فصل چهارم استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴ استفاده نمود.

در این حوزه، با توجه به گستردگی و خصوصیات متفاوت اجزای غیرسازه ای، مهندس طراح بسته به نوع ، شرایط و خصوصیات اجزای غیر سازه ای باید یکی از روشهای طراحی به شرح زیر را مشخص نماید.

- طراحی غیر مهندسی
- طراحی تجویزی
- طراحی مهندسی طبق فصل چهارم استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴

۱-۲- در بخش های بیمارستانی که سطح عملکرد تصرف بدون وقفه و خدمت رسانی بدون وقفه است، براساس درس های آموخته شده از زلزله هائی که در سطح جهان رخ داده است، علی الخصوص پس از زلزله ۱۹۷۲ سن فرناندو ۱۹۹۴ نورت ریج در امریکا، طراحی باید طبق روش عملکردی انجام پذیرد.

در طراحی ساختمان بیمارستان با توجه به اینکه خدمت رسانی بی وقفه مورد نظر است، صرف توجه به طراحی سازه کافی نیست بلکه حفظ عملکرد اجزای غیرسازه ای پس از زلزله نیز بسیار حائز اهمیت می باشد.

به عنوان نمونه بیمارستان olive view که سازه آن در زلزله ۱۹۷۱ سان فرناندو صدمات بسیار وسیع سازه ای دید، تخریب و با سازه قویتر و خیلی صلب تر احداث گردید. این بیمارستان در زلزله سال ۱۹۹۴ نورت ریج بدلیل صدمات زیاد وارده به اجزای غیرسازه ای آن از جمله سقف های کاذب، لوله کشی اسپرینکلرها، لوله کشی آب سیستم سرمایش و.... تخلیه شد.

در بیمارستانهای بلند مرتبه صدمه دیدن نماها، شیشه، جان پناه ها و نظایر آن نیز اهمیت بیشتری می یابند.

صدمات وارده به اجزاء غیر سازه ای در زلزله ۱۹۹۴ نورت ریج در ATC-38 دردسترس است. پایگاه اطلاعاتی در دسترس دیگر MCEER-99-0014 می باشد که ۲۹۰۹ مورد از خسارات اجزای غیرسازه ای از ۵۲ مقاله بین المللی در مورد اجزاء غیر سازه ای زلزله های سالهای ۱۹۶۴-۱۹۹۹ را دارد. علیرغم آن این سند اگرچه مبسوط ترین پایگاه اطلاعاتی است ولی محدودیت هائی دارد. زیرا فقط ۵ نمونه از انواع تجهیزات و ۷ طبقه بندی برای ساختمانها را شامل می شود.

۲- انتخاب سیستم سازه ای

- سیستم سازه ای ساختمان می تواند بر عملکرد لرزه ای اجزاء غیر سازه ای و محتویات آن اثر بگذارد. خسارت زلزله برروی اجزاء غیر سازه ای ناشی از دریفت بین طبقه ای و شتاب طبقه و یا هر دو می باشد و این کمیات بستگی به پاسخ سازه ساختمان به تکانها و نیروهای وارد از زلزله بر آن دارد.
- سیستم های سازه با پاسخ طیف شتاب طبقه ای و دریفت بین طبقه ای کاهش یافته، کاراترین سیستم جهت دستیابی به عملکرد بالای لرزه ای می باشند.

متأسفانه دستیابی همزمان به کاهش هر دو کمیت با سیستم های متعارف موجود و کاری مشکل و یا حتی غیر عملی است.

با مطالعه مقایسه ای عملکرد لرزه ای اجزاء غیر سازه ای در سیستم های سازه ای مختلف، از جمله آنچه در تجربه شیلی بیان شده، نشان داده است که جداسازها لرزه ای بهنرین عملکرد را با حاشیه زیاد و سیستم های با ویسکوز دمپر عملکرد بمراتب بهتری از سیستم های مهاربندی شده و قابهای خمشی دارند، به این دلیل در ساختمانهائی که خدمت رسانی بی وقفه مورد نظر است استفاده از سیستم های جداساز لرزه ای و یا میراگر راهکار مناسب میتواند باشد و در ساختمانهای بسیاری از جدا ساز لرزه ای استفاده شده است.

برای بررسی عملکرد اجزای غیر سازه ای در سیستم های مختلف ATC 58 راهنمای خوبی برای رسیدن به هدف مورد نظر طراحی می باشد.

- موضوع مهم دیگر اثر اندرکنش اجزاء غیر سازه ای در رفتار سازه است. اجزاء غیر سازه ای صلب که از سازه جدا سازی نشده باشند، از جمله اجزاء غیر سازه ای هستند که در رفتار سازه اثر می گذارند و میتوانند باعث خرابی و یا حتی فروریزش ساختمان گردند.

یک نمونه از این دست پدیده ستونهای کوتاه در سازه های بتنی است که میتواند بدلیل حضور اجزاء غیر سازه ای نظیر دیوارهای آجری کم ارتفاع متصل به ستونها و کاهش طول مؤثر ستون ایجاد گردد. این امر میتواند ناشی از حضور نرده صلب و یا حتی قاب پنجرهای فلزی سنگین نیز رخ دهد.

نرده صلب و یا حتی قاب پنجره های فلزی سنگین رخ دهد.

لذا پتانسیل اندرکنش میان سازه و اجزاء غیر سازه ای نیز در طراحی سازه ساختمان بیمارستان باید با کنترل همسازی تغییر شکل میان سازه و اجزاء غیر سازه ای متصل به آن مورد بررسی قرار گیرد.

۳- مشخصات تجهیزات

در طراحی بیمارستانها، نظر به اینکه انتظار آنست که تجهیزات و تأسیسات در اثر تکانهای زلزله و نیروهای وارده قابلیت عملکرد خود را حفظ نمایند، لذا علاوه بر طراحی مهار آنها برای حفظ موقعیت تجهیزات باید از قابلیت عملکرد تجهیز نیر اطمینان حاصل شود. تأیید عملکرد از طریق انجام آزمایش عملکرد لرزه ای میسر است.

معیار پذیرش برای ارزیابی کیفی لرزه ای اجزاء غیر سازه ای در پروتکل آزمایش میز لرزه ICC-ESAC156در دسترس است.

۱. مرور برخی از گزارش های موجود در خصوص خسارات وارد به اجزای غیر سازه ای بیمارستانها

گزارش هائی که مورد بررسی قرار گرفته اند با توجه به هدف مورد نظر، مربوط به کشورهای امریکا و شیلی است.

قبل از پرداختن به گزارش ها، باید توجه نمود که اگرچه تقریبا در هر گزارش مربوط به رخداد زلزله اطلاعات و عکسهائی در مورد خسارات وارد به اجزاء غیر سازه ارائه شده است، لیکن اغلب آنها فاقد اطلاعات کافی جهت تولید اطلاعات آماری مربوط به تلفات انسانی، هزینه خسارات مستقیم وهزینه های تعمیرات اجزای سازه ای و غیر سازه ای و محتویات داخل ساختمانها می باشند.

بخشی از اشکال ناشی از آنست که نهادهای مهندسی زلزله اجزا ساختمان را به دو دسته تقسیم کرده اند؛

۱. اعضاء سازه ساختمان

۲. کلیه اعضاء غیر سازه ای ساختمان و سیستم ها و محتویات داخل ساختمانها

لذا جمع آوری اطلاعات طبق برنامه ای تفصیلی که بتواند میزان خسارت وارد به اجزاء غیرسازه ای را بسته به نوع جزء و سیستم ساختمان و موقعیت جزء در ساختمان و درصد خرابی آن تعیین نماید، صورت نمی پذیرد و از طرفی معمولاً تیم های تهیه گزارش زمانی به محل عزیمت می نمایند که برخی از خرابی ها و محتویات ساختمان پاکسازی شده است و دیگر قابل برداشت نیست. همچنین آسیب دیدگی برخی تأسیسات زیربنائی مانند شبکه های آب و برق در زمان کوتاهی پس از وقوع خرابی برطرف می شود.

همچنین خاطر نشان می شود که جمع آوری اطلاعات در سطح مورد نظر هزینه بر نیز می باشد که در خیلی از موارد تأمین آن از عهده تیم های مطالعاتی خارج است.

موضوع دیگر آنستکه تاکنون روش استانداری تدوین نشده ومتخصصین مختلف روشهای مورد نظر خود را برای جمع آوری اطلاعات بکار می برند.

بهرحال بمرور زمان که ساختمانهای قدیمی تخریب و بازسازی می شوند، با شیفت خسارات ناشی از زلزله از خرابی سازه به سمت خرابی اجزای غیر سازه ای، روش های برداشت اطلاعات نیز تکامل می یابد.

۱-۱-درسهای آموخته شده در امریکا

با توجه به آسیب هائی که در زلزله سال ۱۹۷۱ سان فرناندو به بیمارستانها وارد شد، اقدامات ایالت کالیفرنیا برای حفظ بیمارستانها در زلزله منجر به تهیه دستور العملی در سال ۱۹۷۲ گردید و از ماه مارس سال ۱۹۷۳ برای طراحی، ساخت و نگهداری بیمارستانهای کالیفرنیا ضوابط و استانداردهائی با هـــدف اطمینـــان از قابلیت خدمت رسانی بیمارستانها در صـــورت وقوع زلزله های بزرگ توسط ســـازمان OSHPD (California's Office Of Statewise Health Planning & Development) تدوین شد.

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

Photovalet.com

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

برای ارزیابی میزان تطبیق اقدامات بعمل آمده برای اجزای غیرسازه ای، کمبودها و شناسائی عوامل موثر در آن گزارش های تهیه شده بطور کلی حاکی از آنست که؛

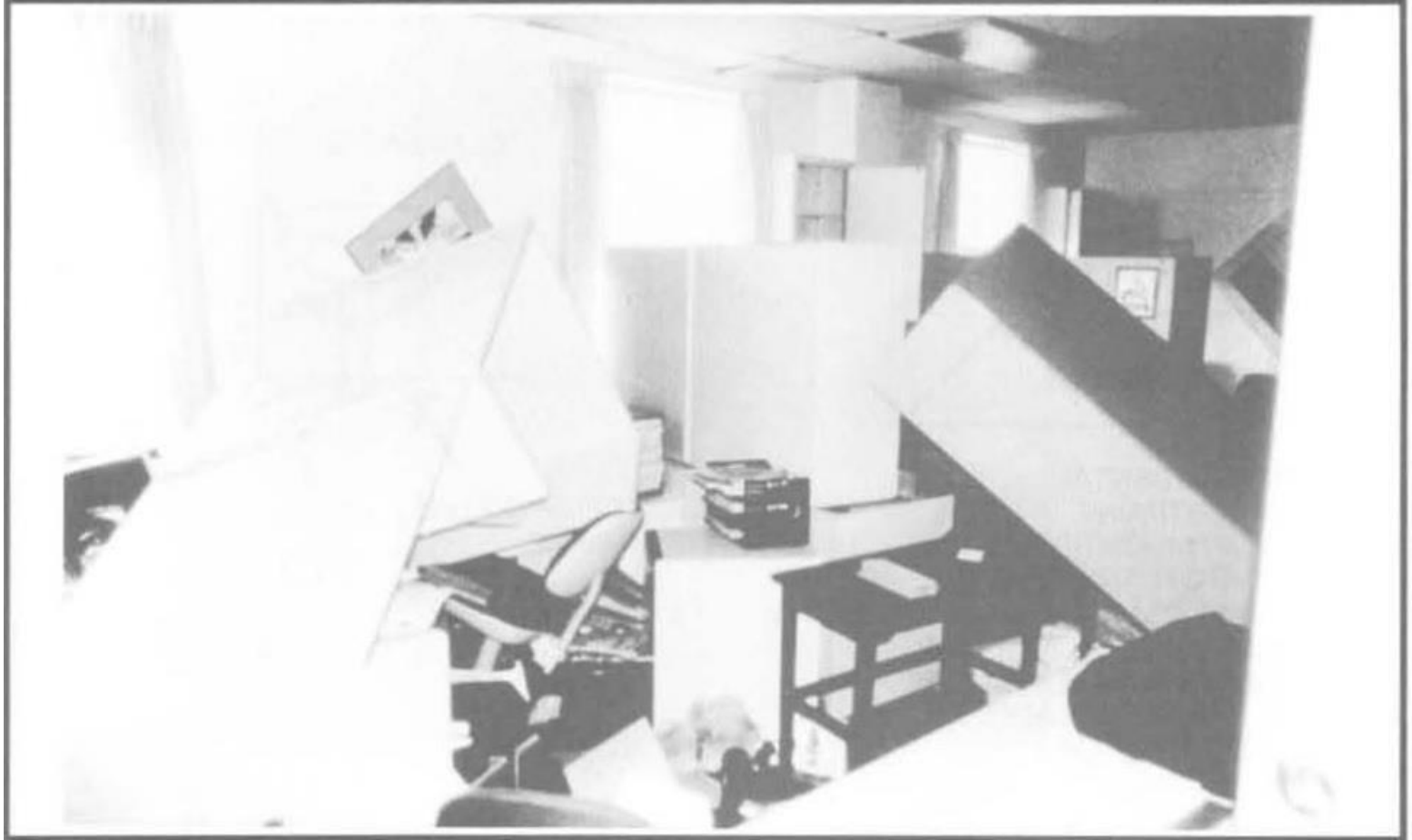
- طبق SAFETY ACT 1972 در سال ۱۹۸۳ بیمارستانها مورد بازبینی قرار گرفتند. ملاحظه شد که ۸۳٪ تخت های بیمارستانهای ایالتی با ضوابط مورد نظر مطابقت ندارند زیرا قبل از دستورالعمل ساخته شده اند.
- در بیمارستانها اگر برق قطع شود قابل استفاده نیست.
- در بیمارستانها اگر اجزای غیر سازه ای دچار آسیب شود، در صورتیکه سازه بیمارستان آسیب نیز ندیده باشد، قابل استفاده نیست.
- فقط کمی بیشتر از نصف ۴۹۰ بیمارستان آب آشامیدنی ذخیره داشتند.
- کمتر از نصف بیمارستانها سوخت اضطراری برای دیگهای آبگرم اصلی خود داشتند.
- ۱۹ بیمارستان حتی سوخت برای دیزل ژنراتور های خود نداشتند.
- مهار ناکافی تجهیزات گسترده ترین مساله در بیمارستانها بود.

در زلزله سال ۱۹۹۴ نورت ریج ملاحظه شد بیمارستانهائی که با دستور العمل فوق الذکر طراحی و ساخته شده بودند خسارت کمی دیدند ولی بیمارستانهائی که قبلاً طراحی و ساخته شده بودند خسارات زیادی متحمل شدند.

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

FREESTANDING HALF-HEIGHT PARTITIONS

DO-IT-YOURSELF



Partition damage at Veterans Administration Medical Center in Sepulveda.
Earthquake Damage: 1994, Northridge, California
Photo Credit: Earthquake Engineering Research Institute, James O. Malley

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

- زلزله ۱۹۹۴سال اهمیت اجزای غیر سازه ای بیمارستانی را مورد تأکید قرارداد. در بیمارستانی که خسارت سازه ای کم بود، خسارت غیر سازه ای خیلی گسترده بود. ترکیدگی لوله ها، کمبود آب آشامیدنی و موارد اساسی دیگررخ داده بود. لذا در صفحه۷۰ Seismic SafetyCommission1995 توصیه شد که به بهسازی موارد ضروری اولویت داده شود.

لذا در سال ۱۹۹۴ قانون SB 1953 در سنا برای ارتقاء ایمنی بیمارستانهای کالیفرنیا تصویب شد.
طبق آن قانون باید سازه کلیه بیمارستانهای حساس برای نیروهای ناشی از زلزله مورد ارزیابی قرار گیرند.

قانونSB 1953 استانداردها و برنامه زمانبندی ویژه ای را برای ارزیابی و اقدام برای کاهش آسیب پذیری خطر زلزله و اقدامات فوری پیش بینی نمود.
اولین موعد برای اجزای غیر سازه ای ژانویه ۲۰۰۲ بود. تا آن زمان باید کلیه سیستمهای ارتباطی، تأمین برق اضطراری، مجموعه سیستم گازهای درمانی و سیستم اعلام خطر آتش سوزی باید به مهار مناسب مجهز می شوند.
همچنین اکثر موارد قانونی مربوط به اجزای غیر سازه ای نیز باید تا ژانویه ۲۰۲۰ به انجام برسد. در آن تاریخ باید بیمارستانها برای ۷۲ ساعت آب، برق و امکان جمع آوری فاضلاب داشته باشند.

همچنین برای اولین بار از آنها خواسته شد که به بهسازی لرزه ای اجزای غیر سازه ای (معماری، تأسیسات مکانیکی، تأسیسات برقی و تجهیزات پزشکی) در حدی پرداخته شود که پس از زلزله بتوانند به عملکردشان ادامه دهند.

طبق قانون سپتامبر۱۹۹۴ کالیفرنیا کلیه بیمارستانها تا سال ۲۰۰۸ باید در زلزله های شدید سطح عملکرد ایمنی جانی و تا سال ۲۰۳۰ سطح عملکرد خدمت رسانی بی وقفه را پاسخگو باشند. سازمان OSHPD برای ارزیابی از FEMA1992استفاده کرده وروش واقع بینانه ای برای بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود ارائه داده است.

۱-۲- درسهای آموخته شده در شیلی

پس از وقوع زلزله سال۱۹۶۰ با بزرگی ۹/۵ریشتر- که بزرگترین زلزله ثبت شده در تاریخ است- کشور شیلی سعی نمود استانداردهای طراحی خود را با امریکا تطبیق دهد. لذا در طراحی سازه های بتنی ACI318، در طراحی سازه های فولادی AISCو در بارگذاری نیز آئین نامه امریکا مورد استفاده قرار گرفت.

بنابراین زلزله سال ۲۰۱۰ آزمایشگاه واقعی برای ارزیابی عملکرد آئین نامه های امریکا تلقی می شود. در این زلزله که با بزرگی ۸/۸ ریشتر بود، حدود ۱۳ میلیون نفر (بالغ بر ۸۰٪ جمعیت شیلی) بنوعی در معرض خطر قرار گرفتند.

کلیه بیمارستانها ارتباطات، برق و آب مورد نیاز خود را برای چندین روز از دست دادند. اگر چه کلیه بیمارستانها خسارات سازه ای دیدند فقط یک بیمارستان آسیب زیاد سازه ای متحمل شد.

یاوری درسال ۲۰۱۰ چارچوب جامعی را برای بیمارستانها تدوین کرد که شامل سازه، اجزای غیر سازه ای، شریانهای حیاتی و پرسنل است. اطلاعات تجربی از وقایع طبیعی برای تعیین سطح عملکرد ۴ بخش فوق برای شدت های مختلف زلزله بکار گرفته شد. در این بررسی مدلی که خسارت سازه ای را با اجزای غیرسازه ای و شریانهای حیاتی مرتبط می سازد توسعه یافت.

از کل ۱۱۷ بیمارستان که در منطقه تحت تأثیر زلزله قرار گرفتند، ۲۳ بیمارستان یعنی حدود ۲۰٪ آنها به درجاتی قابلیت کارآئی خود را ناشی از نتیجه مستقیم زلزله از دست دادند. با بررسی های انجام شده توسط تیم مطالعه کننده و مذاکره با مسئولین وزارت بهداری شیلی و وزن دهی به وسعت خسارات وارده به بیمارستانهای واقع در مناطق تحت تأثیر زلـــزله و محـدودیت زمانی برای تکمیـل اطلاعات و نتیجه گیری، تیم بررسی کننده تصمیم گرفت تلاش خود را بر روی ۷ بیمارستان مربوط به سیستم بهداشت عمومی شیلی در منطقه مورد نظر متمرکز نماید.

بازدید از بیمارستانها ۲ تا ۳ هفته پس از وقوع زلزله انجام پذیرفت.

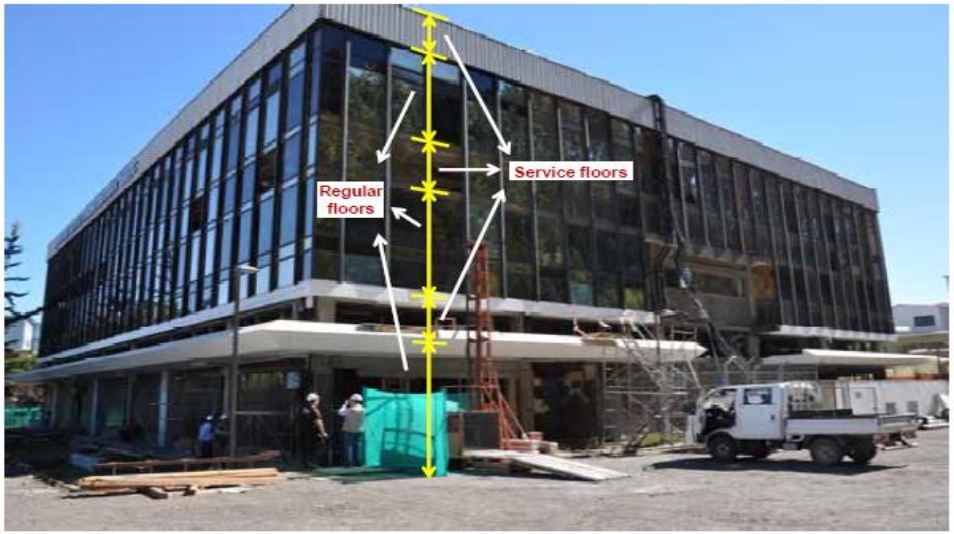
مهندسان، ارزیابی خسارت وارد بر سازه و اجزای غیر سازه ای را طبق راهنمای ATC20- 1989 و همچنین ارزیابی قابلیت بهره برداری بیمارستانها انجام دادند. کلیات نتایج بدست آمده به شرح زیر است؛

الف. طراحی سازه

ساختمان بیمارستانهای جدید از نوع بتن مسلح با رعایت استانداردهای امریکا طراحی و خیلی خوب ساخته شده بودند و نتایج رضایتبخشی داشته اند. در شیلی برخلاف امریکا که از سیستم قاب خمشی استفاده می شود، برای ساختمان بیمارستانها از دیوارهای برشی استفاده می شود و لذا سختی سازه بیشتر است. بنابراین مقدار دریفت طبقه کاهش می یابد و سازه و محتویات آن قابلیت تحمل نیروهای بیشتری باید داشته باشند.

در بیمارستانهای مورد مطالعه دریک بیمارستان خسارت سازه ای رخ داده و در دو ساختمان به برخی از ستونها خسارت وارد شده ودر دیوارهای برشی ترکهای مختصری ایجاد گردیده و میانقابها خراب شده اند.

در تعداد کمی از ساختمانهای جدید در حال احداث بلند مرتبه، دیوارهای برشی طبق دستور العملی که وزارت بهداشت شیلی دریفت بسیار کمی را برای ساختمان بیمارستان در چندین سال قبل دیکته کرده بود، با ضخامت زیاد طراحی شده است. این دستور العمل با این هدف بوده تا عملکرد بیمارستانها را پس از زلزله بهبود بخشد. این روش در حالیکه دریفت و خسارت وارد به اجزاء حساس به تغییر مکان را کاهش میدهد، بدلیل افزایش شتاب طبقه، خسارت وارد به اجزاء حساس به شتاب را افزایش میدهد. بنابراین ملاحظه می شود که طراحی با قابلیت عملکرد پس از زلزله سازه باید با توجه به ماهیت رفتاری متفاوت کلیه اجزاء غیر سازه ای انجام پذیرد.تا پاسخگوی هدف مورد نیاز باشد.



مهندسین مشاور سازمین
SARZAMIN consulting eng.

ب. اجزای غیر سازه ای

در بسیاری از بیمارستانها که رفتار سازه ای خوبی داشته اند به اجزای غیر سازه ای آنها خسارات اساسی و زیادی وارد شده است. در برخی موارد اینگونه خسارات در حدی بود که تهدیدی برای ایمنی جانی بشمار میرفت.

سرفصل خسارات به شرح زیر است.

- سیستم برق در کلیه بیمارستانها برای چند روز قطع بوده است. بیمارستانها دارای ژنراتورهای اضطراری مدرن با ظرفیت تأمین برق کل بیمارستان برای ۳ روز بودند. در موارد زیاد سوخت، برای ۳ روز کافی نبوده است.
- آب شهری در ۷۱٪ آنها قطع شده بود. با تجربه حاصله، بیمارستانها باید دو مبنع تأمین آب داشته باشند. منبع دوم معمولاً از طریق تانک ذخیره است که می تواند بصورت هوائی و یا مخزن زیر زمینی با پمپ خانه باشد.
- سیستم ارتباطات بطور عمده از طریق تلفن های سلولار و خطوط زمینی بود که هر دو سیستم در زلزله قطع شد وسیستم فاقد برق اضطراری بود.
- به سیستم گرمایشی بیمارستانها خسارتی وارده نشده بود.
- در دو بیمارستان مشکلاتی در کامپیوترها، شبکه IT ، آشپزخانه و رختشویخانه ایجاد شده بود.
- بیشترین مورد تکراری گم شدن سابقه پزشکی بیماران بود.
- در سقف های کاذب معلق ریزش پنل های سقف کاذب باعث مسدود شدن راه عبور و مرور بیماران و پرسنل بیمارستان شده بود. با فروریزش سقف کاذب چراغها، سیم کشی ها و دیگر تأسیسات برقی و مکانیکی نیز دچار خرابی و فرو ریزش شده بود.
- ترک در اندود دیوارهای آجری و خرابی پارتیشن ها در اغلب بیمارستانها گزارش شده بود.
- دیوارهای داخلی سنگین که فاقد مهار کافی بودند فروافتاده و در مواردی باعث ایجاد جراحت شده بودند.
- مهار تجهیزات

- چراغ اطاق عمل عمدتاً عملکرد خوبی داشته است.

- تلویزیون اطاق بیماران عمدتاً سقوط کرده و در برخی موارد بر روی تخت بیمار فرو افتاده است. تلویزیون لابی نیز فروافتاده است.

وسایل و لوازم آزمایشگاهی، کامپیوترها، انکوباتورها فروافتاده وخسارت دیده اند. لوله کشی ها و کانال کشی ها در مواردی آسیب دیده اند.

در خیلی موارد تجهیزات کوچکتر روی میز لغزیده اند ولی نیفتاده اند و آسیب ندیده اند.

- تجهیزات روی چرخ

در موارد زیادی دیده شده که تجهیزات بزرگ روی چرخ عملکرد خوبی داشته اند. در مواردی در حالیکه به اینطرف و آنطرف چرخیده و به دیوار یا کانتر صدمه زنده اند، لیکن تجهیز سالم مانده است. عملکرد تجهیزات بزرگ روی چرخ باید روی میز لرزه بررسی شود.

ذکر این نکته ضروریست که مهار تجهیزات یک نسخه واحد ندارد و برای موارد مختلف باید بطور مناسب طراحی شود.

- درتعداد کمی از بیمارستانها به لوله کشی آب آنها خسارت کمی وارد شده بود.
- حدود ۷۵٪ آسانسورها بعد از زلزله فاقد عملکرد بوده اند. در اکثر بیمارستانها بدلیل از کار افتادن آسانسورها ناشی از قطع برق و یا خرابی ریلهای وزنه تعادل و یا فروافتادن وزنه تعادل، تخلیه افراد و بیماران با مشکل روبرو شده بود و مجبور به تخلیه آنها از طریق راه پله شدند.

برای طراحی لرزه ای آسانسورهای بیمارستانها حداقل باید طبق استاندارد ANSI/ASME A17.1 عمل نمود.

- تنها یک مورد مرگ بیمار گزارش شده که ناشی از حمله قلبی بوده است.

وضعیت کلی آسیب دیدگی بیمارستانها در جدول زیر ارائه شده است.

درصد محلهای آسیب دیده بیمارستانها از زلزله

تعداد بیمارستان	درصد محلهای آسیب دیده
۲	۰
۱	۰–۲۵
۲	۲۵–۵۰
۲	۵۰–۷۵

موارد فوق نشان میدهد که برخلاف رفتار مناسب سازه در زلزله، عمده خسارات وارد به بیمارستانها مربوط به اجزای غیر سازه ای آنها است، که حدود ۸۰٪ خسارت وارد به بیمارستانها را شامل می باشد.

لذا تمرکز اصلی در طراحی ساختمان بیمارستانها باید معطوف به طراحی مناسب اجزای غیر سازه ای آنها باشد.

نتیجه گیری حاصل از درسهای آموخته شده از بیمارستانها آنست که **طراحی براساس عملکرد** میتواند اهداف طراحی را هم برای سازه و هم برای اجزاء غیر سازه ای تحقق بخشد.

۲- تعیین رویکرد مناسب در طراحی اجزاء غیر سازه ای بیمارستانها

- تاقبل از سال ۲۰۰۰ سه ارگان در امریکا سه مدل آئین نامه طراحی ساختمانها را تدوین می کردند.

ICBO (International Conference Of Building Officials)که UBC را تهیه می کـــرد و SBCCI (Southern Building Code Congress International) که آئین نامه استاندارد ساختمان را و BOCA (Building Officials and code Administrators International,INC) که آئین نامه ملی ساختمان را تولید می نمودند.

نظر به اینکه مؤسسات فوق در مناطق مختلف کشور قرار داشتند، هر یک بر روی معیارهای مربوط به خطرات طبیعی که دارای بیشترین اهمیت در منطقه شان بود؛ تمرکز داشتند.UBC برروی خطر زلزله متمرکز بود و آئین نامه پذیرفته شده در مناطق غربی آمریکا بود. تعیین نیروی زلزله وارد بر اجزای غیر سازه ای از سال ۱۹۳۷ در UBCعنوان شده و حدود ۸۰ سال قدمت دارد و تاکنون آئین نامه چندین بار مورد بازبینی قرار گرفته است.

در سال ۱۹۷۲ مؤسسه استانداردهای ملی امریکا (ANSI) آئین نامه حداقل بار گذاری برروی ساختمانها و دیگر سازه ها را در A58.1-1972 منتشر نمود که پایه بخش مربوط به تعیین نیروهای زلزله وارد بر اجزاء غیر سازه ای UBC 1970 و در بازبینی در سال ۱۹۸۲ ، UBC 1979 بود.

در سال ۱۹۷۳ موسسات SBCCI و BOCA، A58.1/1972و در سال ۱۹۸۵ A58.1-1982 را بعنوان مرجع خود انتخاب نمودند. در نتیجه تعیین نیروهای زلزله در امریکا تا قبل از سال ۱۹۹۳ بر پایه UBC بود.

در سال ۱۹۹۳ BOCA بخش زلزله خود را براساس NEHRP 1991تطبیق داد و SBCCIنیز همین اقدام را در سال ۱۹۹۴ نمود.

در سال ۱۹۹۶، BOCAو در سال ۱۹۹۷ SBCCI، ASCE7-95را مرجع خود قرار دادند.
ASCE7-95در بخش زلزله برپایه NEHRP 1994تدوین گردید.

در اواسط دهه ۱۹۹۰ سه موسسه تدوین آئین نامه در امریکا ICC (Internatinal Code Council) را شکل دادند که یک مدل آئین نامه را برای سراسر امریکا توسعه دهد.
این آئین نامه IBC (International Building Code) نامیده شد و چاپ اولیه آن برای سال ۲۰۰۰ برنامه ریزی گردید و قرار برآن گرفت که بخش زلزله آن عمدتاً بر طبق NEHRP 1997 باشد.
انتظار بود در IBC 2000 بازبینی اساسی در بخش زلزله UBC 1997 انجام شود. علی الخصوص در مورد نیروهای زلزله وارد بر اجزای غیر سازه ای که به مخلوطی از NEHRP 1994 و آنچه که در NEHRP 1997 پیش بینی می شد، تغییر یابد.
پس از انتشار IBC 2000 بتدریج قضاوتهای محلی توسط مؤسسات SBCCI,BOCA و UBCشروع شد.

در سال ۲۰۰۶، IBC در بخش زلزله بطور کامل ASCE/SEI-7-05را مرجع قرار داد که آن براساس NEHRP 2003است.
با توجه به تاریخچه فوق،مرجع دستورالعمل حاضر آخرین بازبینی نشریه ASCE/SEI (ASCE/SEI-7-13) انتخاب شده است.

آئین نامه انتخاب شده هردو نیاز طراحی، نیرو کنترل و تغییر مکان کنترل، را شامل می باشد که در دستور العمل به آنها پرداخته شده است.
در آئین نامه های قبلی نظیر IBC 2003,IBC2000 پیش بینی های مربوط به اجزای غیر سازه ای عمدتاً مربوط به حفظ موقعیت آن و جلوگیری از جابجائی و واژگونی آنها بهنگام وقوع زلزله بود.
ASCE/SEI-7 پیش بینی های اضافی مربوط به قابلیت عملکرد پس از زلزله وجود دارد که برای تجهیزاتی که لازمست پس از زلزله قابلیت بهره برداری آنها حفظ شود و همچنین اجزائی که محتوی مواد خطرناک هستند، کاربرد دارد که بدین لحاظ برای طراحی اجزاء غیر سازه ای بیمارستانها که باید پس از زلزله قابلیت خدمت رسانی داشته باشند، مطلوب می باشد.
خاطرنشان می شود برای چنین تجهیزاتی، اخذ تأییدیه آزمایش بر روی میز لرزه و یا ارائه سوابق تجربی موفق ضروریست.

روش طراحی اجزای غیر سازه ای بیمارستان ها براساس عملکرد

مقدمه

اجزاء غیر سازه ای در ساختمانها مجموعه گسترده ای از اجزاء معماری، تأسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات را شامل می باشد. اجزاء معماری و تأسیسات مکانیکی و برقی در هر ساختمان هزینه ای بالغ بر ۷۰٪ هزینه احداث کل ساختمان را در بردارند. در بیمارستان ها سهم تأسیسات مکانیکی و برقی از ساختمانهای متعارف مسکونی، اداری و تجاری بیشتر است و در صورتیکه هزینه تأمین تجهیزات و وسایل پزشکی نیزمدنظر قرار گیرد، ملاحظه می شود که سهم سازه ساختمان در مقابل کل سرمایه گذاری یک بیمارستان کمتر از ۱۰٪ می باشد.

این در حالی است که از زمان انتشار ویرایش اول استاندارد ۲۸۰۰ ایران تا به امروز که ویرایش چهارم منتشر شده است طراحی و اجراء سازه ساختمانها روز به روز تکامل یافته در حدی که اگر سازه ساختمان طبق آخرین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ ایران طراحی و توسط مجری ذیصلاح تحت نظارت اصولی مطابق با مشخصات فنی پروژه و مقررات ملی ساختمانی ایران احداث گردد، قادر خواهد بود جنبش های قوی زلزله را بدون هیچگونه آسیب دیدگی تحمل نماید در حالیکه به اجزاء غیر سازه ای معماری و تأسیساتی – تجهیزاتی آن بدلیل عدم طراحی و اجرای مناسب خسارات جدی وارد خواهد شد و چه بسا تلفات جانی ساکنین بدلیل خرابی های انفجاری و یا غیر انفجاری تیغه ها و فروریزش وسایل و تجهیزات و تلفات جانی عابرین از کنار ساختمان بدلیل پرتاب و یا ریزش نماسازی، جان پناه و یا شیشه های پنجره ها و نظایر آن به بار خواهد آمد. به عبارت دیگر در تکانهای شدیدی که سازه تحمل می نماید باید قطعات الحاقی ساختمان نیز از ظرفیت لازم برای تحمل نیروهای وارده و پذیرش تغییر مکانهای نسبی وارده برخوردار باشند وگرنه صرف حفظ سازه در زلزله نه تأمین کننده هدف اقتصادی و نه حتی هدف کاهش تلفات جانی است.

دربیمارستانها که ساکنین آنها بصورت شبانه روزی بیماران، پرستاران، پزشکان، پرسنل اداری و خدماتی و مراجعین هستند و همچنین در زمان وقوع زلزله نقش امداد رسانی را نیر بایدعهده دار باشند، به طریق اولی تأمین شرایط پایداری و کارائی اجزاء غیر سازه ای کاملاً ضروری است.

۱-تعاریف:

- **اجزای غیر سازه ای:**

اجزای غیر سازه ای به اجزائی اطلاق می شود که به ساختمان یا سازه آن متصل و یا جزئی از آن محسوب می شوند لیکن نقشی در رسیدن سازه به سطح عملکرد مورد نظر تحت بار زلزله مورد نظر ندارند . درحالیکه بسته به نوع رفتار آنها باید خود و اتصالات آنها تحمل نیروهای وارده ناشی از زلزله یا پذیرش تغییر مکانهای نسبی حادث در اثر زلزله و یا هر دو ظرفیت را دارا باشند.

- **انواع اجزاء غیر سازه ای:**

اجزاء غیر سازه ای در بیمارستانها شامل اجزای معماری، تجهیزات و تأسیسات پزشکی، تأسیسات و تجهیزات مکانیکی و برقی، قفسه ها و کابینت های بانک خون و داروخانه و ملزومات اداری می باشند.

سطح خطر(۱): زلزله ای که احتمال وقوع آن در هر ۴۷۵ سال پیش بینی می شود.

سطح خطر(۲): زلزله ای که احتمال وقوع آن در هر ۲۴۷۵ سال پیش بینی می شود.

- **سطح عملکرد قابلیت خدمت رسانی بی وقفه (N-A):**

در موقع زلزله و پس از آن ؛

۱- اجزای غیر سازه ای قابلیت تأمین گردش کار مطلوب ساختمان را دارند. اگر چه ممکنست دچار خرابی بسیار جزئی شوند.

۲- کلیه سیستمهای لازم برای بهره برداری متعارف قابل بهره برداری می باشند. اگر چه ترمیم و تعمیر جزئی ممکن است مورد نیاز باشد.

۳- تجهیزات برقی و مکانیکی، تجهیزات وسیستمهای پزشکی، تجهیزات و سیستمهای اضطراری و سایر اقلام غیر سازه ای عملکرد خود را حفظ نموده اند.

- **سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه (N-B):**

۱- صدمات ساختمان جزئی ایجاد می شود.

۲- راههای دسترسی اصلی و سیستمهای ایمنی مانند درها، راهروها، پله ها، آسانسورها، روشنائی، خروج اضطراری، سیستم اعلام و اطفاء حریق قابلیت بهره برداری خود را حفظ کرده اند.

۳- شکستن شیشه ها و برخی اجزای غیر سازه ای رخ میدهد.

۴- اگرچه ایمنی سازه ای وجود دارد ولی ممکن است گردشکار مختل شود.

۵- تجهیزات برقی و مکانیکی آسیب نمی بیند ولی ممکن است برق، آب، گاز و خطوط تلفن قطع شود.

۶- خطر آسیب های جانی تهدید کننده زندگی ناشی از اجزاء غیر سازه ای کم است.

- **سطح عملکرد ایمنی جانی(N-C):**

۱- به اجزائی غیر سازه ای صدمات قابل توجه وارد می شود ولی فرو نمی ریزند و البته تعمیر آنها پر هزینه است.

۲- راههای خروج اضطراری مسدود نمی شود و لیکن با آوار سبک اشتغال می گردد.

۳- امکان آسیب دیدن و از کار افتادن تأسیسات و تجهیزات وجود دارد.

۴- آسیب های جانی کم است وخطر جدی برای جان ساکنین بوجود نمی آید.

توجه

تأمین شرایط خدمت رسانی بی وقفه در واقع مستلزم عملکرد کلیه سیستم ها، تأسیسات و تجهیزات مکانیکی و برقی ساختمان و دستگاههای مختلف با شرایط و حساسیت های متفاوت در حین وقوع زلزله می باشد که موضوعی خارج از حیطه صرف مهندسی سازه می باشد و مستلزم دارا بودن ظرفیت عملکردی دستگاهها و سیستم ها برای جنبش های قوی زلزله است. لذا تأمین شرایط کار برای چند ثانیه در طول مدت زلزله برای کلیه تجهیزات و وسایل و سیستمهای برقی و مکانیکی بیمارستان علی الاصول توجیه فنی واقتصادی ندارد. لیکن هرگاه چنین عملکردی برای محل ودستگاه خاصی در بیمارستان ضرورت یابد، لازمست مهندس سازه با سازنده تجهیز هماهنگی های لازم را برای تأمین شرایط وامکانات لازم در تجهیز یا سیستم را برای ادامه کار در چنین تکانهای شدید مورد انتظار بنماید و خود شرایط تکیه گاهی مناسب را برای تجهیز یا سیستم فراهم سازد.

۲- رده بندی رفتاری اجزاء

اجزاء غیر سازه ای بسته به ماهیت و نوع رفتار محل نصب و جزئیات اتصال شان، بهنگام وقوع زلزله تحت تأثیر شتاب یا تغییر مکان ناشی از زلزله و یا هردو مشخصه قرار میگرند و به ترتیب به آنها اجزای مقید به شتاب، اجزای مقید به تغییر شکل و یا اجزای مقید به شتاب و تغییر شکل اطلاق می شود.

۲-۱-اجزای مقید به شتاب

این رده شامل اجزائی است که با توجه به ماهیت محل و نوع اتصال آنها نیروی های اینرسی ناشی از زلزله به آنها وارد می شود و خسارات وارد بر آن ها نیز ناشی از این نیروها می باشد. این اجزاء و اتصالات آنها باید برای نیروهای لرزه ای طبق بند ۶-۲-۱ و ۶-۲-۲ طراحی و کنترل شوند.

برخی از شرایطی که جزء مقید به شتاب می شود به شرح زیر است؛

- تکیه گاه یا تکیه گاههای جزء روی یک کف صلب قرار داشته باشد.
- جزء به یک سقف صلب اتصال گیردار داشته باشد. لذا اجزائی که اتصال آنها به سقف از نوع آویزی می باشد، متحمل شتاب سقف نگهدارنده شان نمی شوند.
- جزء در یک محل با اتصال گیردار به دیوار متصل باشد.

تبصره: چها ر پایه یا سه پایه متحرک نگهدارنده وسایل و تجهیزات باید در محل ایستگاهی با دو میله غیر موازی به دیوار یا تخت بیمار متصل شوند.

۲-۲-اجزا مقید به تغییر مکان

این رده شامل اجزائی است که نیروهای وارد بر آنها ناشی از تغییر مکان نسبی تکیه گاههای متصل شان به سازه می باشد و خسارات وارد بر آنها نیز ناشی از این نیروها است. این اجزاء و اتصالات آنها باید طبق بند ۶-۲-۳ طراحی و کنترل شوند.

برخی از شرایطی که جزء مقید به تغییر مکان می شود به شرح زیر است؛

- هر گاه کلیه تکیه گاههای جزء روی یک سقف و یا یک کف یک سازه قرار نداشته باشند و یا تکیه گاههای جزء متصل به دو ساختمان با سازه مجزا از یکدیگر باشد.
- جزء بیشتر از یک تکیه گاه مفصلی یا گیردار به کف یا سقف انعطاف پذیر داشته باشد.
- تکیه گاههای جزء به دیوار در یک تراز نباشند.

دراین مورد برای مثال میتوان به طراحی سازه نگهدارنده نمای خشک، که تکیه گاه ستونک های نگهدارنده نما به تیر هر طبقه متصل میشود، اشاره نمود. در چنین حالتی لازمست در طراحی ستونک، تغییر مکان نسبی طبقات سازه اصلی در بارگذاری زلزله، بعنوان یک حالت بارگذاری در نظر گرفته شود تا اثر تغییر طول ستونک واقع بین دو تکیه گاه متوالی در طراحی مقطع آن ملحوظ گردد.

۲-۳-اجزاء مقید به شتاب و تغییر مکان

این رده شامل اجزائی است که تحت تأثیر نیروهای اینرسی و تغییر شکلهای ناشی از تغییر مکان نسبی تکیه گاههای خود قرار می گیرند و خسارت وارده بر آن ها ناشی از نیروها و تغییر شکلهای وارده می باشد. این اجزاء برای نیروهای اینرسی طبق بند ۶-۲-۱ و ۶-۲-۲ برای تغییر شکل نسبی طبق بند

۶-۲-۳ طراحی و کنترل می شوند.

برخی از اجزاء این رده به شرح زیر است؛

- دیوارها و تیغه های متصل به کف و سقف یک طبقه
- جزء متصل به کف یا سقف انعطاف پذیر با بیشتر از یک تکیه گاه
- قطعه متصل کننده لوله و کانال به یک تجهیز یا مخزن

۳-ضریب اهمیت جزء

ضریب اهمیت اجزای غیر سازه ای برای سطح عملکرد ایمنی جانی $I_P = 1.0$ و برای سطح عملکرد خدمت رسانی بی وقفه $I_P = 1.4$ می باشد.

۴-ضوابط طراحی اجزاء غیر سازه ای، نگهدارنده ها وادوات اتصال

اجزاء غیر سازه ای باید ضوابط این دستور العمل را اقناع نمایند. در طراحی اجزاء نگهدارنده ها و ادوات اتصال آنها باید مقاومت و انعطاف پذیری آنها مد نظر باشد. همچنین اندرکنش عملکردی و فیزیکی اجزاء نیز باید در طراحی ملحوظ گردد تا خرابی هر جزء غیر سازه ای باعث آسیب دیدن هیچ جزء غیر سازه ای دیگری نشود.

۵- مدلسازی:

اجزای غیر سازه ای در مدل ریاضی سازه منظور نمی شوند جزء در موارد زیر؛

۵ -۱- در ساختمانهای با سیستم باربر جانبی متعارف؛

- در تحلیل های خطی؛ چنانچه سختی جانبی اجزاء غیر سازه ای، با توجه به جزئیات اتصال آنها به سازه ساختمان از ۲۵٪ جمع سختی جانبی سازه تجاوز نماید، باید تعدادی از آنها را جزو سازه محسوب نمود تا آنجا که این نسبت کمتر از ۲۵٪ شود.

  همچنین در صورتیکه در نظر گرفتن یک جزء غیر سازه ای در مدل سبب افزایش نیرو یا تغییر شکل و یا هر دو مشخصه در یک عضو سازه شود، باید آن جزء بعنوان یک عضو سازه ای در مدل منظور شود.
- در تحلیل های غیر خطی؛ هر گاه جمع سختی جانبی اجزای غیر سازه ای بیشتر از ۱۰٪ سختی جانبی کل در هر طبقه باشد، باید اثرآنها در مدل ریاضی سازه در نظر گرفته شود.

۵-۲- در ساختمانهای دارای سیستم جدا ساز لرزه ای

در ساختمان های دارای جداساز لرزه ای، اجزای غیر سازه ای که واقع در تراز سیستم جداساز و یا در سازه فوقانی قرار دارند باید ضوابط بند ۵-۲-۱ را برآورده سازند.

اجزاء غیر سازه ای که فصل مشترک جدا سازها و سازه را قطع می کنند باید ضوابط بند ۵-۲-۲ را برآورده کنند.

۵-۲-۱- اجزاء غیرسازه ای که در تراز سیستم جداساز و یا در سازه فوقانی قرار دارند باید برای تحمل نیروی جانبی یا تغییر مکان نسبی و یا هر دو مشخصه تحت حداکثر پاسخ دینامیکی محل (محلهای) تکیه گاهی آنها طراحی شوند.

۵-۲-۲- اجزاء غیرسازه ای که از تراز سیستم جدا ساز عبور می کنند باید برای تحمل حداکثر تغییر مکان های افقی و قائم سیستم جداساز طراحی شوند. این اجزاء نباید قیدی برای تغییر مکان ساختمان جداسازی شده بوجود آورند و یا محدودیتی در تأمین عملکرد مورد نظر ساختمان تحت زلزله طرح ایجاد نمایند.

۶- روش های طراحی

طراحی اجزای غیر سازه ای و اتصالات آنها به دو روش زیر انجام می پذیرد.

۱-روش تجویزی

۲- روش تحلیلی

۶-۱- روش تجویزی

استفاده از این روش زمانی مجاز است که جزء یا اجزای غیر سازه ای توسط سازندگان معتبر و آشنا به مسائل لرزه ای طبق ضوابط فنی برای سطح(سطح های) خطر مورد نظر طراحی و ساخته شده و معیارهای کنترلی مربوطه ر ا ارضاء نموده باشد و یا تحت آزمایش میز لرزه با شتاب های مورد نظر قرار گرفته و توسط مرجع ذیصلاح نتایج در زلزله(های) طرح برای عملکرد (های) مورد نظر به تأیید رسیده باشد.

۶-۲- روش تحلیلی

روش تحلیلی باید براساس رده بندی رفتاری اجزاء طبق بندهای۶-۲-۱ یا ۶-۲-۲ به شرح زیر انجام پذیرد.

۱- اگر رده بندی رفتاری جزء حساس به شتاب باشد، بسته به سطح عملکرد اجزای غیر سازه ای، نیروهای طراحی باید طبق بندهای ۶-۲-۱و ۶-۲-۲ محاسبه شود.

۲- اگر رده بندی رفتاری جزء حساس به تغییر شکل باشد، نسبت های تغییر مکان نسبی باید طبق بند ۶-۲-۳ محاسبه شود.

۶-۲-۱- نیروی افقی لرزه‌ای

الف- سطح عملکرد ایمنی جانی

نیروی لرزه ای از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$F_P = \frac{0.4 a_p S_{xs} I_P W_P \left[1 + \frac{2X}{h}\right]}{R_P} \qquad (۱)$$

نیروی F_P محاسبه‌شده از رابطه (۱) نباید بیشتر از مقدار محاسبه شده از رابطه (۲) و کمتر از مقدار محاسبه شده از رابطه (۳) باشد.

$$F_{P(max)} = 1.6\, S_{XS} \mathrm{I_P} W_P \qquad (۲)$$

$$F_{P\,(\min)} = 0.3 S_{xs} I_P W_P \qquad (۳)$$

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

در روابط فوق:

F_p: نیروی طراحی لرزه‌ای که در راستای افقی در مرکز جرم جزء موردنظر اعمال و براساس توزیع جرم جزء توزیع می‌شود.

S_{xs}: مقدار شتاب طیفی با میرائی ۵٪ در زمان تناوب کوتاه برای سطح خطر موردنظر

a_p: ضریب بزرگ‌نمایی پاسخ جزء غیرسازه‌ای، با استفاده از جدول‌های (۱) یا (۲)

X: ارتفاع مرکز جرم جزء نسبت به تراز پایه ساختمان.

h: ارتفاع متوسط بام سازه نسبت به تراز پایه ساختمان.

R_p: ضریب اصلاح پاسخ جزء، با استفاده از جدول‌های (۱) یا (۲).

I_p: ضریب عملکرد جزء مربوطه که برای سطح عملکرد ایمنی جانی برابر با۰/۱ می‌باشد.

W_p: وزن جزء موردنظر در حالت بهره‌برداری.

ب- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه

نیروی لرزه‌ای طرح برای اجزای غیرسازه‌ای در سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه باید با در نظر گرفتن رفتار دینامیکی سازه و جزء غیر سازه‌ای تعیین شود. زمان تناوب اصلی ارتعاش جزء غیرسازه‌ای (T_p) در هر امتداد از رابطه (۴) محاسبه می شود.

$$T_p = 2\pi\sqrt{\frac{W_p}{K_p g}} \qquad (۴)$$

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

در این رابطه:

T_p: زمان تناوب اصلی جزء

W_p: وزن جزء مورد نظر در حالت بهره‌برداری

g: شتاب ثقل

K_p: سختی تکیه گاه جزء (سختی مهاربند و اتصالات براساس اعمال بار واحد در مرکز جرم جزء مورد نظر)

نیروی طراحی لرزه‌ای جزء غیرسازه‌ای از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$F_p = \frac{I_p a_p A_x W_p}{R_p} \qquad (۵)$$

در این رابطه:

I_P: ضریب عملکرد جزء مربوطه که برای سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه برابر با ۱/۴ می‌باشد.

a_p: ضریب بزرگ‌نمایی پاسخ جزء غیرسازه‌ای که براساس اندرکنش دینامیکی میان جزء غیرسازه ای و خصوصیات ارتعاشی ساختمان تعیین می شود. به جای تحلیل دقیق و تفصیلی مقدار میتواند از جدول‌های (۱) یا (۲) به دست آید.

روش آنالیز دینامیکی خطی برای تخمین شتاب طبقه به اندازه کافی دقیق است. زیرا ساختمانی که برای سطح عملکرد تصرف بدون وقفه کنترل / طراحی می شود، به نظر میرسد که در زلزله طرح تقریباً رفتار خطی دارد.

R_P: ضریب اصلاح پاسخ جزء، با استفاده از جدول‌های (۱) یا (۲).

A_x: شتاب طبقه در تراز X براساس تحلیل دینامیکی خطی ساختمان. به جای استفاده از تحلیل دقیق و تفصیلی میتوان مقدار را با استفاده از معادله (۶) تعیین نمود.

$$A_x = 0.4 S_{xs} \left(1 + \frac{2x}{h}\right) \quad (۶)$$

در این رابطه:

h: میانگین ارتفاع تراز بام سازه نسبت به تراز پایه

x: ارتفاع تراز مرکز جرم جزء مورد بررسی نسبت به تراز پایه

۶-۲-۲- نیروی قائم لرزه‌ای

نیروی قائم لرزه ای طبق رابطه (۷) محاسبه می‌شود.

$$F_{PV} = \frac{0.27 a_p S_{xs} I_P W_P}{R_P} \quad (۷)$$

F_{PV} محاسبه‌شده از رابطه (۷) نباید بیشتر از مقدار محاسبه شده طبق رابطه (۸) و کمتر از مقدار محاسبه شده طبق رابطه (۹) باشد.

$$F_{PV(max)} = \mp\frac{2}{3} \quad F_P \quad (۸)$$

$$F_{PV(min)} = \pm 0.2 S_{xs} I_P W_P \quad (۹)$$

I_P: ضریب عملکرد جزء مربوطه که برای سطح عملکرد ایمنی جانی برابر ۱ و برای سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه برابر با ۱/۴ در نظر گرفته می شود.

۶-۲-۳- محاسبه‌ی تغییرشکل

مقادیر تغییرمکان نسبی (D_P) و نسبت‌های تغییرمکان نسبی (D_r) باید براساس روابط این بند محاسبه شوند. اگر جزء غیرسازه‌ای، دو نقطه واقع در ترازهای X و Y در یک ساختمان یا سیستم سازه‌ای را به هم متصل نماید باید از رابطه (۱۰) و اگر جزء غیرسازه‌ای، دو نقطه هم تراز در دو ساختمان یا سیستم سازه‌ای مستقل را به هم وصل نماید باید از رابطه (۱۱) استفاده شود.

$$D_r = \frac{\delta_{XA} - \delta_{YA}}{X - Y} \qquad (۱۰)$$

$$D_P = |\delta_{XA}| + |\delta_{XB}| \qquad (۱۱)$$

در این روابط :

D_P: تغییرمکان نسبی لرزه‌ای.

D_r: نسبت تغییرمکان نسبی.

X: ارتفاع اتصال تکیه‌گاه فوقانی (ترازx) نسبت به تراز پایه.

Y: ارتفاع اتصال تکیه‌گاه تحتانی (تراز y) نسبت به تراز پایه.

δ_{XA}: تغییرمکان جانبی ساختمان A در تراز x.

δ_{YA}: تغییرمکان جانبی ساختمان A در تراز y.

δ_{XB}: تغییرمکان جانبی ساختمان B در تراز X. محاسبه شده طبق تحلیل یا مساوی با ۰/۰۳ برابر ارتفاع X تراز x و یا دیگر معیارهای پذیرفته شده.

تاثیرات تغییرمکان‌های نسبی لرزه‌ای باید در ترکیب با تغییرمکان‌های ناشی از دیگر بارها به صورت مناسب درنظرگرفته شوند.

۶-۲-۴- روش‌های دیگر

به‌کارگیری سایر روش‌های معتبر برای تعیین حداکثر شتاب ساختمان در تکیه‌گاه هریک از اجـزا و حـداکثر نسـبت‌های تغییرمکـان نسبی و یا تغییرمکان‌های نسبی بین دو تکیه‌گاه هر یک از اجزا مجاز می‌باشد.

همچنین در صورتیکه در طراحی از نیروی زلزله تراز روش مقاومت مجاز استفاده شود، درترکیبات بار شامل بار زلزله نیروی حاصل از روابط (۱) تا (۹) در ضریب ۷/. باید ضرب شود. در هر روش بکار رفته جزء مورد نظر باید جای نسبی بند ۶-۲-۳ را پذیرا باشد.

۷-ترکیبات بارگذاری

بسته به روش طراحی، ترکیبات بارگذاری و ضرایب بار طبق مقررات مربوطه می باشد.

۸-معیارهای کنترل

معیارهای کنترل طراحی به شرح زیر است؛

- کنترل لغزش (ضریب اطمینان برابر با ۱/۵ می باشد.)
- کنترل واژگونی(ضریب اطمینان برابر با ۱/۵می باشد.)
- کنترل مقاومت
- کنترل تغییر شکل / تغییر زاویه
- کنترل میزان جابجائی / جابجائی نسبی
- کنترل ارتعاش (در تجهیزات حساس به میزان ارتعاش)

جدول (۱): ضرایب لرزه ای اجزای معماری، دیوارهای غیرباربر و راه‌پله‌ها براساس سطوح خطر و سطوح عملکرد

نوع مولفه	مشخصات مولفه‌ها	لرزه‌خیزی کم		لرزه‌خیزی متوسط		لرزه‌خیزی زیاد و خیلی زیاد		رده‌بندی رفتاری	روش طراحی	ضریب بزرگنمایی پاسخ a_p	ضریب اصلاح پاسخ R_p
		ایمنی جانی	استفاده بی‌وقفه	ایمنی جانی	استفاده بی‌وقفه	ایمنی جانی	استفاده بی‌وقفه				
الف- اجزا معماری											

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

۱-سفت‌کاری دیوارهای خارجی (۹-۹-۱)	مصالح بنایی غیر مسلح	-	+	+	+	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - نیرویی	۱	۱/۵
	انواع دیگر	-	+	+	+	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - نیرویی	۱	۲/۵
۲-سفت‌کاری دیوارهای داخلی	سبک	-	-	-	+	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - نیرویی	۱	۲/۵
	سنگین	-	+	+	+	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - نیرویی	۱	۱/۵
۳-نمای خارجی	چسبانده شده	-	-	+	+	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - نیرویی	۱	۱/۵
	دوخته شده	-	-	-	-	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - نیرویی	۱	۲/۵
	پانل‌های پیش‌ساخته	-	+	+	+	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - نیرویی	۱	۲ ۳
	آجر شیشه ای	-	+	+	+	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - تجویزی - نیرویی	۱	۲/۵
	نمای شیشه ای	-	+	+	+	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - نیرویی	۱	۲/۵
	ادوات اتصال	-	+	+	+	+	+	ش	تغییرمکانی - نیرویی	۱/۲۵	۱/۰
٤-نازک‌کاری دیوارهای	گچ و خاک و رابیتس	-	-	-	-	-	-	ش/ت	تغییرمکانی - تجویزی - نیرویی	۱	۱/۵
	سنگ	-	-	-	+	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - نیرویی	۱	۱/۵
	چوب	-	-	-	-	-	+	ش / ت	تغییرمکانی - نیرویی	۱	۱/۵
	آینه	-	+	+	+	+	+	ش / ت	تغییرمکانی - تجویزی - نیرویی	۱	۲
	کاشی و سرامیک	-	-	-	-	-	-	ش/ت	تغییرمکانی - تجویزی - نیرویی	۱	۱/۵

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

ادامه جدول ۱): ضرایب لرزه ای اجزای معماری، دیوارهای غیربابر و راه‌پله‌ها براساس سطوح خطر و سطوح عملکرد

نوع مولفه	مشخصات مولفه‌ها	لرزه‌خیزی کم		لرزه‌خیزی متوسط		لرزه‌خیزی زیاد و خیلی زیاد		رده‌بندی رفتاری	روش طراحی	ضریب بزرگنمایی پاسخ a_p	ضریب اصلاح پاسخ R_p
		ایمنی جانی	استفاده بی وقفه	ایمنی جانی	استفاده بی وقفه	ایمنی جانی	استفاده بی وقفه				
۵-سقف‌های کاذب	شبکه‌های متصل به سازه اصلی	–	–	+	+	+	+	ش	نیرویی	۱	۱/۵
	گچ و خاک و رابیتس	–	–	–	–	–	–	ش	نیرویی	۱	۱/۵
	پانل‌های سبک	–	–	۱–	+	+	+	ش ٤	نیرویی	۱	۲/۵
	سنگین	–	+	+	+	+	+	ش ٤	نیرویی	۱	۱/۵
٦-جان‌پناه‌ها و سایه‌بان‌ها و دیوارهای طره ای	مهار از بالا	–	+	+	+	+	+	ش	نیرویی	۱	۲/۵*
	مهار از پایین									۲/۵	
۷-دودکش‌های ساختمانی	مهار از بالا	–	–	–	+	+	+	ش	نیرویی	۱	۲/۵*
	مهار از پایین									۲/۵	
۸-راه‌پله‌ها (بند ۹-۹-۸)	دست‌اندازها	–	–	–	+	+	+	ش / ت	نیرویی – تغییرمکانی	۱	۳
	دال پله طاق‌ضربی	–	+	+	+	+	+	ت	نیرویی – تغییرمکانی	۱	۳
	سایر انواع دال پله	–	–	–	–	+	+	ت	نیرویی – تغییرمکانی	۱	۳

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

راهنمای جدول:

+ : کنترل برای طراحی ضرورت دارد.

- : کنترل برای بهسازی ضرورت ندارد.

ت : جزء غیرسازه‌ای به تغییرشکل حساس می‌باشد.

ش : جزء غیرسازه‌ای به شتاب حساس می‌باشد.

۱- در صورتی‌که وزن پانل‌ها بیش از ۱۰کیلوگرم بر مترمربع بوده و یا هدف بهسازی ویژه مدنظر باشد بهسازی در سطح عملکرد ایمنی جانی باید منظور شود.

۲- این مقدار در صورتی‌که جزء متصل شده با مصالح شکل‌پذیر طراحی و ساخته شده باشد به‌کار می‌رود وگرنه باید مقدار ۱٫۵ به‌کار رود.

۳- آن قسمت از دودکش که بالاتر از تراز بام قرار بگیرد موردنظر می‌باشد. بخش داخلی دودکش مطابق با سفت‌کاری دیوارهای داخلی سنگین یا دیوارهای خارجی، بسته به مورد بررسی شود.

۴- در مواردی که بین سقف کاذب و دیوارها اتصال وجود دارد سقف کاذب حساس به تغییرشکل قلمداد می‌شود.

۵- مقدار کم‌تری برای a_p می‌تواند براساس تحلیل دینامیکی انتخاب شود. به هرحال مقدار آن نباید کم‌تر از ۱ باشد. وقتی که تکیه‌گاه جانبی برای دیوارها و تیغه‌های جداکننده به وسیله دیافراگم نرم تامین شده باشد مقدار a_p برای نیمه میانی دهانه برابر ۲/۰ درنظرگرفته می‌شود. مقدار $a_p = 1$ عموما برای اجزایی است که فرض می‌شود صلب هستند و به صورت صلب نیز به سازه اصلی متصل شده‌اند. مقدار $a_p = 2.5$ برای اجزای انعطاف‌پذیر که به صورت انعطاف‌پذیر نیز متصل شده‌اند، می‌باشد.

۶- اگر مهار جزء توسط میل‌مهارهای بازشونده، یا مهارهای چسبی کوتاه، یا مهارهای درجا کارگذاشته‌شده کوتاه (غیرشکل‌پذیر) تامین شده باشد و یا اگر جزء از مصالح غیرشکل‌پذیر ساخته شده باشد باید مقادیر R_p بزرگتر از ۱/۵ برابر با ۱٫۵ درنظرگرفته شود.

۷- مقادیر R_p برای اتصالات نباید از ۱/۵بیشتر اختیار شود، مگر آنکه مولفه‌های مهاری از فولاد شکل پذیر باشد که در این صورت می‌توان مقدار آن را ۲/۵ اختیار کرد.

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

جدول (۲): ضرایب لرزه ی اجزای مکانیکی– برقی و تجهیزات داخلی براساس سطوح خطر و سطوح عملکرد

نوع مولفه	مشخصات مولفه‌ها	لرزه‌خیزی کم		لرزه‌خیزی متوسط		لرزه‌خیزی زیاد و خیلی زیاد		رده‌بندی رفتاری	روش طراحی	ضریب بزرگنمایی پاسخ a_p [۵]	ضریب اصلاح پاسخ R_p [۶]
		ایمنی جانی	استفاده بی‌وقفه	ایمنی جانی	استفاده بی‌وقفه	ایمنی جانی	استفاده بی‌وقفه				
الف- اجزای مکانیکی											
۱-تجهیزات مکانیکی	برج خنک‌کن، مهار شده در تراز بالاتر از مرکز ثقل خود	+	+	+	+	+	+	ش	نیرویی	۱	۳
	برج خنک‌کن، مهار شده در تراز پایین‌تر از مرکز ثقل خود	+	+	+	+	+	+	ش	نیرویی	۲/۵	۳
	دستگاه‌های مرکزی مانند دیگ‌ها، کوره‌ها، پمپ‌ها، چیلرها و غیره	–	+	+	+	+	+	ش	نیرویی	۱	۳
	ملحقات مانند رادیاتورها، فن کویل‌ها و غیره	–	–	–	–	–	+	ش	نیرویی	۱	۳
	تجهیزات مکانیکی با جداساز ارتعاشی	–	+	+	+	+	+	ش	نیرویی	۲/۵	۲

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

۲-مخازن مایعات و آبگرمکن‌ها	تحت فشار و پایه‌دار	–	+	+	+	+	+	ش	نیرویی- تجویزی	۲/۵	۲/۵
	تحت فشار و بدون پایه	–	+	+	+	+	+	ش	نیرویی- تغییرمکانی- تجویزی	۱	۲/۵
	فشار اتمسفری	–	+	+	+	+	+	ش	نیرویی- تغییر مکانی- تجویزی	۱	۲/۵
۳-لوله‌ها	محتوی مواد خطرناک	+	+	+	+	+	+	ش/ ت	نیرویی- تغییر مکانی- تجویزی	۲/۵	۱
	تحت فشار	–	–	+	–	+	+	ش/ ت	نیرویی- تغییر مکانی- تجویزی	۲/۵	٦
	بدون فشار	–	–	–	–	–	+	ش/ ت	نیرویی- تغییر مکانی- تجویزی	۲/۵	٦
	کانال‌کشی	–	–	+	+	+	+	ش/ ت	نیرویی- تغییر مکانی- تجویزی -	۲/۵	٦
	فاضلاب	–	–	–	–	–	+	ش/ت	نیرویی- تغییر مکانی- تجویزی -	۱	۲/۵

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

ب-اجزای برقی و مخابراتی											
۱-تجهیزات برقی و مخابراتی	از هر نوع	-	-	-[۱]	+	+	+	ش	نیرویی	۱	۳
۲-لوله وسیم کشی وکابل کشی وسینی کابل	از هر نوع	-	-	-[۲]	+	+	+	ش/ ت	نیرویی - تغییر مکانی - تجویزی	۱	۳
۳-چراغها و اجزای روشنایی	توکار و روکار	-	-	-	-	-	-	ش	تجویزی	۱	۱/۵
	لوسترها و چلچراغها	-	-	-[۳]	+	+	+	ش	نیرویی - تجویزی	۱	۱/۵
	سیستمهای نورپردازی	-	+	+	+	+	+	ش	تجویزی	۱	۱/۵

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

ادامه جدول (۲): ضرایب لرزه ای اجزای مکانیکی– برقی و تجهیزات داخلی براساس سطوح خطر و سطوح عملکرد

نوع مولفه	مشخصات مولفه‌ها	لرزه‌خیزی کم		لرزه‌خیزی متوسط		لرزه‌خیزی زیاد و خیلی زیاد		ردهبندی رفتاری	روش طراحی	ضریب بزرگنمایی پاسخ a_p[۵]	ضریب اصلاح پاسخ R_p[۶]
		ایمنی جانی	استفاده بی‌وقفه	ایمنی جانی	استفاده بی‌وقفه	ایمنی جانی	استفاده بی‌وقفه				
پ–تجهیزات داخلی											
۱–قفسه‌ها	مواد خطرناک	–	–	+	+	+	+	ش	نیرویی تجویزی	۲٫۵	۱
	تجهیزات مخابراتی و رایانه ای	–	+	–	+	+	+	ش	نیرویی–تجویزی	۲٫۵	٦
	قفسه کتاب‌ها	–	–	–	+	+	+	ش	نیرویی	۱	۳
	سایر مواد	–	–	–	+	+[٤]	+	ش	نیرویی–تجویزی	۲٫۵	٤
۲–کف‌های کاذب	از هر نوع	–	–	–	+	–	+	ش/ت	نیرویی–تغییرمکانی–تجویزی	۱	۳
۳–آسانسورها	از هر نوع	–	–	–	+	+	+	ش/ ت	نیرویی–تغییرمکانی–تجویزی	۱	۳
٤–پله های برقی و نقاله‌ها	از هر نوع	–	–	–	–	–	+	ش/ ت	نیرویی–تغییرمکانی–تجویزی	۲٫۵	۳

مهندسین مشاور سازمان
SARZAMIN consulting eng.

راهنمای جدول:

+ : طراحی و کنترل ضرورت دارد.

- : طراحی و کنترل ضرورت ندارد.

ت : جزء غیرسازه‌ای به تغییرشکل حساس می‌باشد.

ش : جزء غیرسازه‌ای به شتاب حساس می‌باشد.

۱-کنترل برای بهسازی در سطح عملکرد ایمنی جانی در موارد زیر ضروری است:

- ارتفاع تجهیزات ۱۸۰ سانتی‌متر یا بیش‌تر باشد.
- وزن تجهیزات بیش از ۱۰ کیلوگرم باشد.
- تجهیزات بخشی از سیستم برق یا مخابرات اضطراری باشند.

۲- کنترل برای بهسازی در سطح عملکرد ایمنی جانی در صورتی که تجهیزات بخشی از سیستم برق یا مخابرات اضطراری باشد ضروری است.

۳- کنترل برای بهسازی در سطح عملکرد ایمنی جانی در صورتی که وزن متصل به هر اتصال بیش از ۱۰ کیلوگرم باشد ضروری است.

۴- کنترل برای بهسازی در قفسه‌بندی‌های موجود در فضاهایی که به ندرت افراد در آن‌ها حضور دارند ضروری نیست.

۵- مقدار کم‌تری برای a_p می‌تواند براساس تحلیل دینامیکی انتخاب شود. به هر حال مقدار آن نباید کم‌تر از ۱ باشد. وقتی که تکیه‌گاه جانبی برای دیوارها و تیغه‌های جداکننده به وسیله دیافراگم نرم تأمین شده باشد مقدار a_p برای نیمه میانی دهانه برابر ۲/۰ درنظرگرفته می‌شود. مقدار $a_p = 1$ عموما برای اجزایی است که فرض می‌شود صلب هستند و به صورت صلب نیز به سازه اصلی متصل شده‌اند. مقدار $a_p = 2.5$ برای اجزای انعطاف‌پذیر که به صورت انعطاف‌پذیر نیز متصل شده‌اند، می‌باشد.

۶- اگر مهار جزء توسط میل‌مهارهای بازشونده، یا مهارهای چسبی کوتاه، یا مهارهای درجا کار گذاشته شده کوتاه (غیرشکل‌پذیر) تامین شده باشد و یا اگر جزء از مصالح غیرشکل‌پذیر ساخته شده باشد باید مقادیر R_p بزرگتر از ۱/۵برابر با ۱/۵ در نظر گرفته شود.

۹- اجزای معماری: تعریف، رفتار و معیارهای پذیرش

در این بخش ابتدا در مورد کلیه اجزا تعریف و محدوده کاربرد و سپس نوع رفتار مشخص گردیده و سپس معیارهای پذیرش براساس سطوح عملکرد مختلف تعیین شده است. جزء یا اتصال آن تحت اثر نیروهای اینرسی برون‌صفحه‌ای و بسته به مورد، سیستم سازه‌ای نگهدارنده جزء برای تغییرشکل باید کنترل شود.

۹-۱-سفت کاری دیوارهای غیر باربر و تیغه ها (میانقابها)

۹-۱-۱-تعریف و محدوده کاربرد

ضوابط این بند قابل کاربرد در مورد سفت کاری دیوارهای خارجی و داخلی با مصالح بنائی، اعم از آجرفشاری، آجر سفال، بلوک های سیمانی یا گچی است که با انواع ملات ساخته شده باشند.

۹-۱-۲- رفتار جزء و روش طراحی

دردیوارهای غیر باربر و تیغه ها، بدلیل ماهیت وجودی شان، نوع اتصال آنها به اعضاء سازه پیرامونی باید با انجام بررسی لازم تعیین شود تا رفتار سازه در زلزله با آنچه در مدلسازی و محاسبات فرض گردیده تطبیق قابل قبول داشته باشد و همچنین در حین زلزله، نیروهای اضافی پیش بینی نشده به دیوارهای غیر باربر و تیغه ها نیز وارد نگردد.

این اجزاء مانند هر جزء غیر ساز های دیگر در زلزله تحت تأثیر دو مولفه افقی و یک مولفه قائم رفت و برگشتی ناشی از زلزله قرار می گیرند و لذا جزء و اتصالات آن به سازه باید برای نیروهای وارده طراحی شوند.

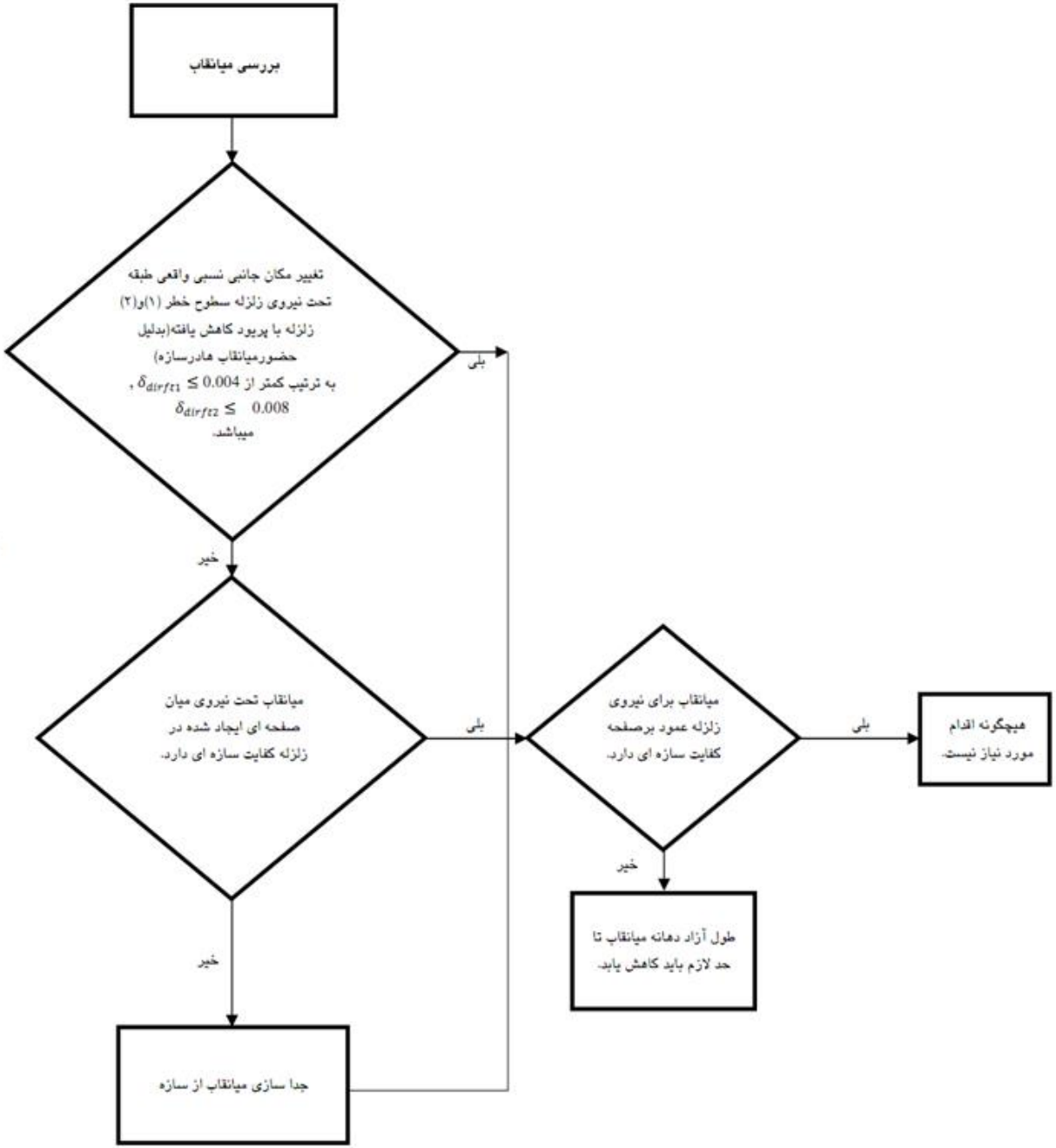
در صورتیکه دیوارهای غیر باربر و تیغه ها به قاب ساختمان (سازه) متصل باشند، در رفتار لرزه ای ساختمان اثر می گذارند و نیروهای میان صفحه ای در آنها ایجاد می شود.

در صورتیکه شرایط بند۵-۱ وجود داشته باشد، لازمست این اجزاء در مدل ریاضی سازه ملحوظ شوند و کفایت سازه ای آنها برای نیروهای داخل صفحه و همچنین نیروهای زلزله عمود بر صفحه و قائم برای معیارهای پذیرش کنترل شود.

در قابهای مهاربندی شده و یا با دیوارهای برشی، با توجه به اینکه معمولاً سختی میانقابها نسبت به سختی سیستم باربر جانبی اصلی ناچیز است، نیروهای میان صفحه ای قابل ملاحظه ای در میانقابها ایجاد نمی شود و در صورتیکه تغییر مکان جانبی نسبی واقعی طبقه در زلزله سطح خطر (۱) مساوی و یا کمتر از drift ≤0.004 و در سطح خطر (۲)مساوی و یا کمتر از drift ≤0.008 باشد، نیازی به جداسازی میانقاب از سازه نیست و صرفاً کفایت سازه ای آنها باید برای مؤلفه های عمود بر صفحه و قائم زلزله کنترل شود.

نحوه بررسی میانقابها در نمودار صفحه بعد نشان داده شده است.

تبصره: تیغه های سبک باید قادر به تحمل نیروهای برون صفحه ای محاسبه شده و طبق بند ۶-۲-۱ باشند. نسبت تغییر مکان نسبی محاسبه شده طبق بند ۶-۲-۳ در سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه حداکثر باید به ۰/۰۱و در عملکرد ایمنی جانی به ۰/۰۱۵محدود شود.

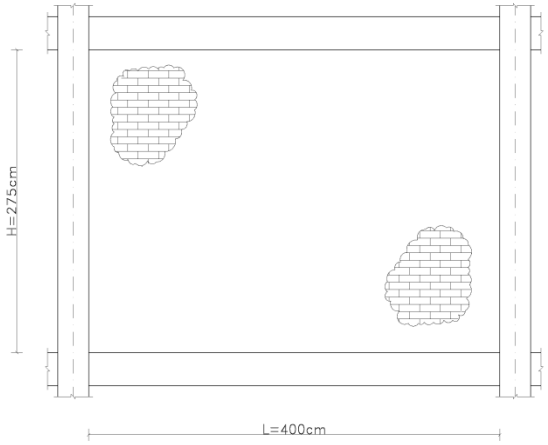


مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

مثال

۱- رفتار لرزه ای میانقابی به ابعاد ۱۵×۲۷۵×۴۰۰ سانتیمتر ، که با آجر فشاری و ملات ماسه و سیمان ساخته شده و در طبقه چهاردهم ساختمان بیمارستان پانزده طبقه ای با سازه اسکلت فلزی با سیستم قاب خمشی قراردارد، تحت مؤلفه های قائم و عمود مورد بررسی قرار می گیرد .

بیمارستان در منطقه ای که نسبت شتاب زمین در زلزله سطح خطر (۲) به سطح خطر (۱) برابر با ۱/۶ و نوع زمین III می باشد قرار دارد. ارتفاع کل ساختمان ۴۵ متر و ارتفاع مرکز میانقاب تا پای ساختمان ۴۰/۵متر است. ضخامت آجر چینی ۱۰ سانتیمتر و دو طرف میانقاب به ضخامت ۲ سانتیمتر با گچ و خاک اندود شده است.



محاسبات به روش تنش های مجاز انجام می پذیرد.

الف) کنترل تغییرمکان جانبی نسبی واقعی طبقه

$$T = 0.08\ (H)^{3/4}$$

$$H = 45^{m}$$

$$T = 1.28\ sec$$

$$0.8 \times T = 1.027\ sec > 0.7\ sec$$

با فرض اینکه مقدار تغییر مکان جانبی نسبی واقعی در سطح خطر(۲) برابر با $\delta_2 = 0.02$ و در سطح خطر(۱) برابر با $\delta_1 = 0.0125$ است، لذا با توجه به اینکه ؛

$$\delta_2 = 0.02 \quad > \quad 0.008$$

$$\delta_1 = 0.0125 > 0.004$$

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

بنابراین میانقاب باید از ستون های طرفین و تیر فوقانی سازه جدا باشد.

همچنین نظر به اینکه ؛ سطح خطر (۱) × 1.6= سطح خطر (۲)

پس سطح خطر (۱) کنترل کننده است.

ب) کنترل کفایت سازه ای میانقاب برای مولفه های عمود بر صفحه و قائم زلزله

W_p = وزن هر متر مربع میانقاب= $1850 \times 0.10 + 2 \times 0.02 \times 1500 = 245\ \mathrm{kg/m^2}$

تنش های مجاز میانقاب:

با فرض مقاومت فشاری برابر با $100\ \mathrm{kg/cm2}$ =σمقدار تنش مجاز آجر کاری برابر است با ؛

$\sigma_{ca} = 0.12 \times 100 = 12\ kg/cm^2$ for $\lambda =$ ضریب لاغری $= 10$

$\lambda = \frac{275}{15} \cong 18 \rightarrow \sigma_{ca} = 3\ kg/cm^2$ =نسبت ارتفاع به ضخامت میانقاب

مقدار تنش مجاز فشاری با احتساب ضریب ۱/۳۳در زلزله برابر است با:

$\sigma_{ca} = 1.33 \times 3 = 4\ kg/cm^2$

مقدار تنش مجاز کششی با احتساب ضریب ۱/۳۳در زلزله برابر است با:

$\sigma_{ta} = 0.7 \times 1.33 = 1\ kg/cm^2$

طبق روابط شماره ۱، ۲ و ۳ ؛

$$0.3S_{DS}W_p\, I_P \le F_P = \frac{0.4 \times a_p\ \ S_{DS}\, W_P\ \ I_P}{R_P}\left(1 + 2\frac{Z}{h}\right) \le 1.6S_{DS}\, I_P W_P$$

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

$F_{Pz} = \pm 0.2 S_{DS} W_P I_P$

$a_p = 1.0$ از جدول شماره (۱)

$R_p = 2.5$ از جدول شماره (۱)

$I_p = 1.4$

Z=40.5 m

H=45 m

$W_p = 245 \times 1 \times 0.01 = 2.45\ kg/cm$

$S_{Ds} = A\ (S + 1\ ) = \ 0.35 \times (1.75 + 1) = 0.9625$

$$M_1 = \frac{q_L L^2}{8} = \frac{0.18\left(0.7F_p\right) \times 400^2}{8} = 2520F_p\ kg/cm.m$$

$$\sigma_{1t} = \frac{M_1}{W_1} = \frac{2520F_p}{16.67t^2} = 151.2\frac{F_p}{t^2}\ kg/cm^2.\text{m}$$

W_1 = مدول مقطع میانقاب برای عرض 1 متر $= \frac{100 \times t^2}{6}$

$$M_2 = \frac{q_H H^2}{8} = \frac{0.82\left(0.7F_p\right) \times 275^2}{8} = 5426F_p\ \ kg/cm.\text{m}$$

$$\sigma_{2c} = 325.5\frac{F_p}{t^2} + 1.375\frac{F_{pz}}{t} + 1.375\frac{W_p}{t}$$

$$\sigma_{2t} = -325.5\frac{F_p}{t^2} - 1.375\frac{F_{pz}}{t} + 1.375\frac{W_p}{t}$$

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

با جایگزینی مقادیر در روابط فوق،

$\sigma_{1t} = 2.2 \frac{kg}{cm^2} > 1\ kg/cm^2$ *N.G.*

$\sigma_{2c} = 5.2\ kg/cm^2 > 4\ \ kg/cm^2$ *N.G.*

$\sigma_{2t} = 4.6 \frac{kg}{cm^2} > 1\ kg/cm^2$ *N.G.*

با تکرار محاسبات ملاحظه میشود که در صورتی که طول دهانه به یک سوم نیز تقلیل یابد ، کفایت سازه ای میانقاب تأمین نخواهد گردید.

در این حالت مناسبترین راه استفاده از جزئیات TYP.1 در نقشه صفحه بعد و تسلیح هر قسمت از میانقاب با استفاده از میلگرد بستر می باشد.

در نقشه های شماره NS-1-1/4 و NS-1-2/4 جزئیات جداسازی برای دیوارهای مصالح بنائی تیپ های (۱) تا (۳) و در نقشه NS-1-3/4 جزئیات جداسازی دیوارهای سبک از قاب و در نقشه NS-1-4/4 جزئیات اجرائی تیغه های سبک کارخانه ای ارائه شده است.

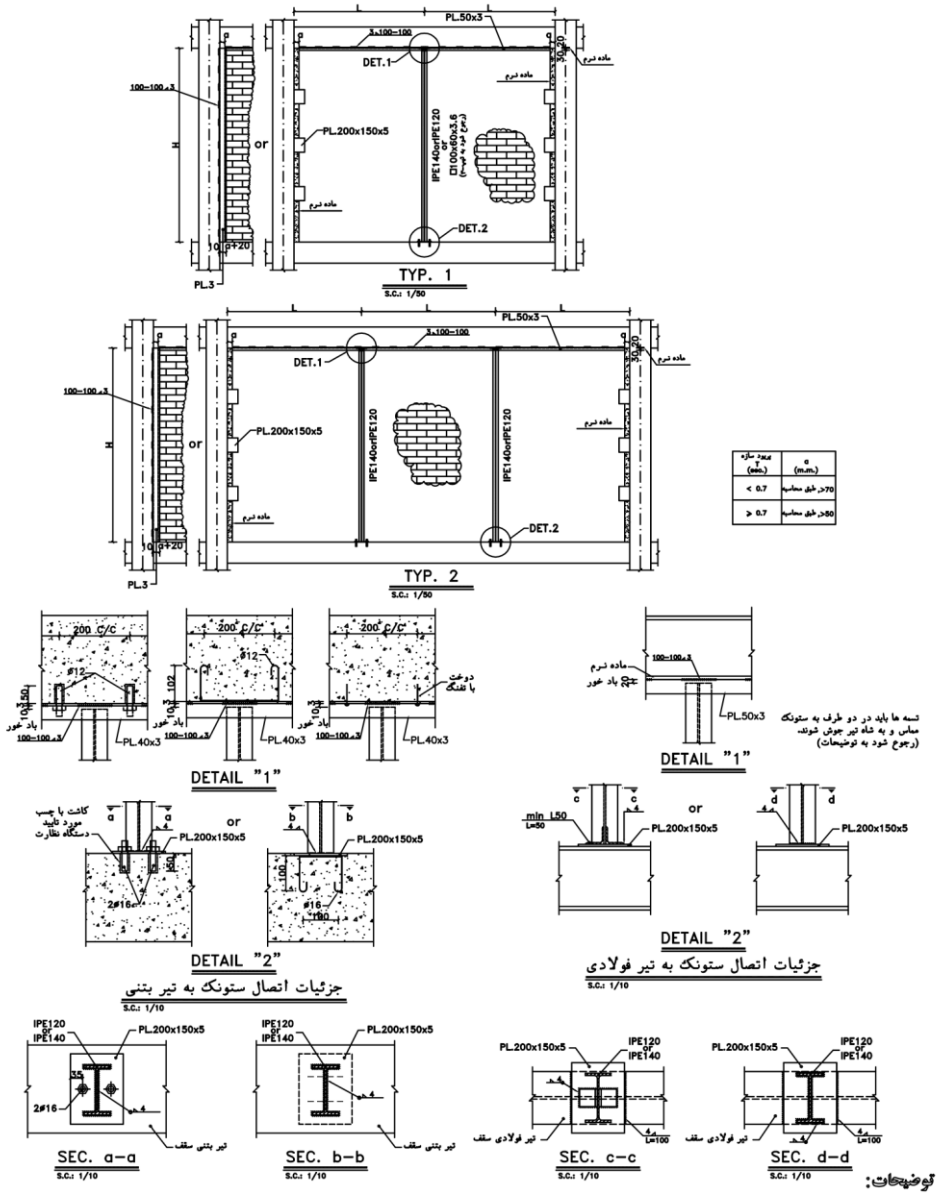
خاطر نشان می شود در صورتیکه دیوار بنائی با فولاد بستر تسلیح گردد، میتوان فاصله ستونک های جداکننده دیوار را افزایش داد. در نقشه شماره NS-1-1/4-1جزئیات اجرائی تسلیح دیوار بنائی با فولاد بستر ارائه شده است.

همچنین در نقشه شماره NS-2-1/1 جزئیات تیپ تقویت اطراف بازشوها در دیوارهای بنائی ارائه گردیده است.

خاطر نشان می شود که در طرح های ارائه شده به منظور جداسازی دیوار از قاب، برای سهولت از پروفیل " I " استفاده شده است.

بدیهی است با توجه به نوع مصالح، تناسبات دیوار و شرایط پروژه، در جهت تأمین صرفه اقتصادی، گزینه های دیگری از قبیل خرپاهای سبک ساخته شده از ورق خم شده و یا متشکل از پروفیل " T " برای یال ها و تسمه یا میلگرد برای اعضای قطری میتواند دارای مزیت باشد.

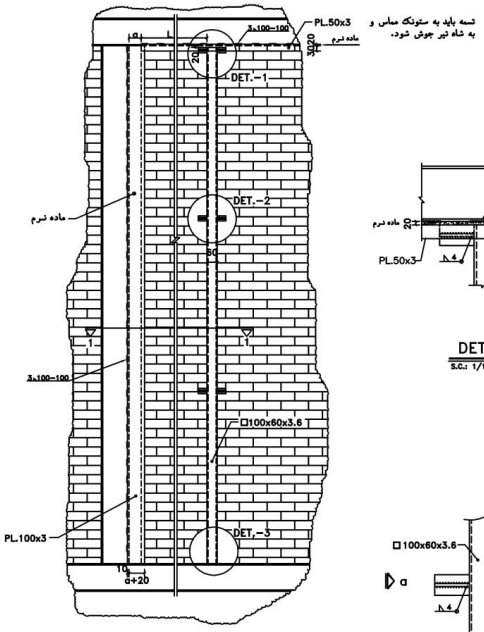
همچنین تسلیح دیوار های بنائی با کاربرد خرپاهای قائم یا / و افقی – متشکل از میلگرد به قطر ۸ و ۶ میلیمتر در بدنه دیوار در فواصل محاسبه شده- و تأمین فاصله مناسب از سقف و ستون های مجاور از دیگر راهکارهاست.



جزئیات جداسازی دیوارهای مصالح بنائی

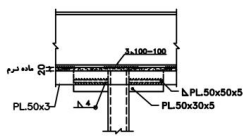
تیپ های (۱) و (۲)

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.



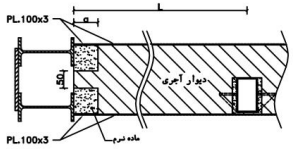
جزئیات تیپ مهار دیوارهای جدا شده از قاب

TYP. 3



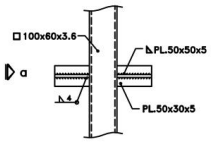
DET.-1

S.C.: 1/10



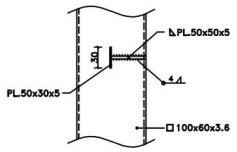
SEC. 1-1

S.C.: 1/10



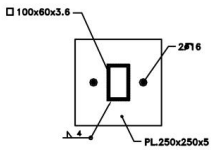
DET.-2

S.C.: 1/10

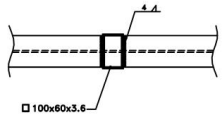


VIEW -a

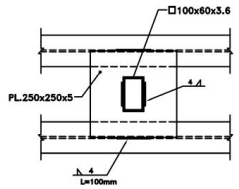
S.C.: 1/10



نحوه اتصال پروفیل قوطی به پی



نحوه اتصال پروفیل قوطی به بال تیر سقف



نحوه اتصال پروفیل قوطی به تیرهای خورجینی سقف

DET.-3

S.C.: 1/10

توضیحات:

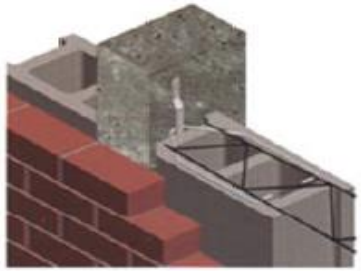
-پروفیل قوطی مهار دیوار در طول آن باید به سه قسمت مساوی تقسیم شود و در طرفین قوطی، شاخک ها با جزئیات ارائه شده اجرا گردد.

- کلیه ابعاد به میلیمتر است.

جزئیات جداسازی دیوارهای مصالح بنائی

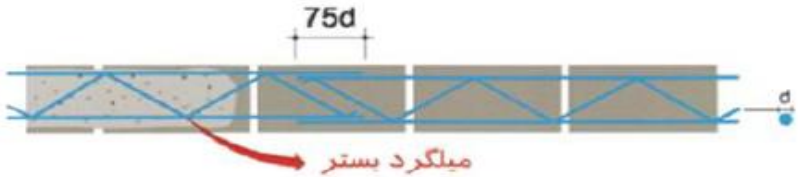
تیپ (۳)

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.



جزئیات اجرایی در دیوار های جداسازی نشده

جزئیات اجرایی در دیوار های جداسازی شده



توضیح: با تسلیح دیوارهای بنایی با روشی مانند فولاد بستر (Bed Joint Reinforcement) میتوان فاصله ستونک ها از یکدیگر را افزایش داد و یا ستونک را حذف کرد.

تسلیح دیوارهای بنائی با روش فولاد بستر

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

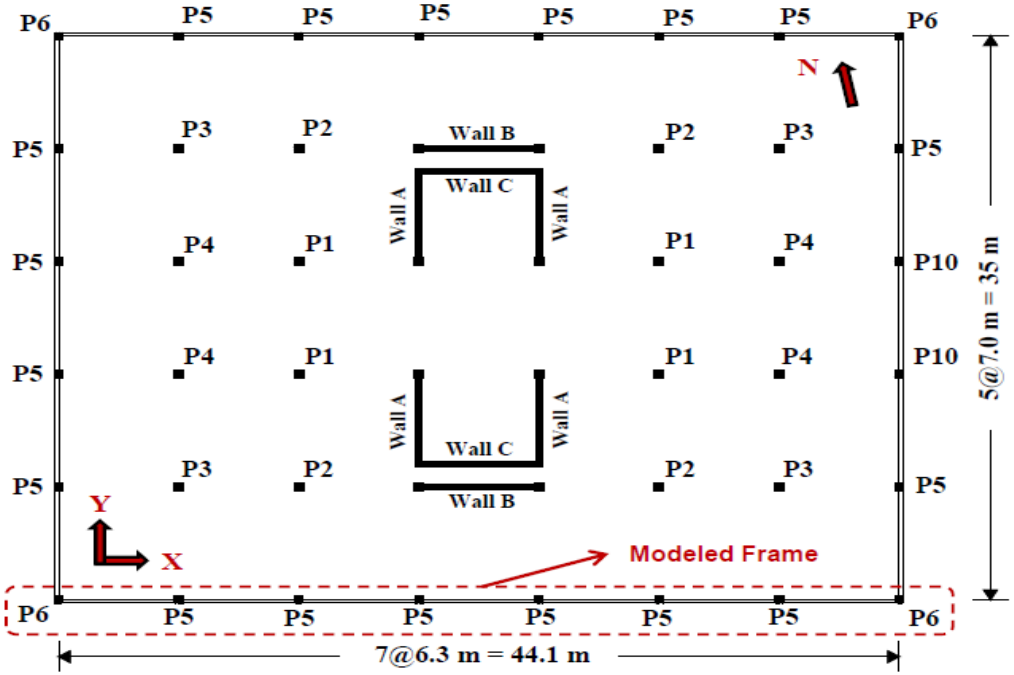


Figure 4.30 Typical plan view sketch of the Odontology building

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

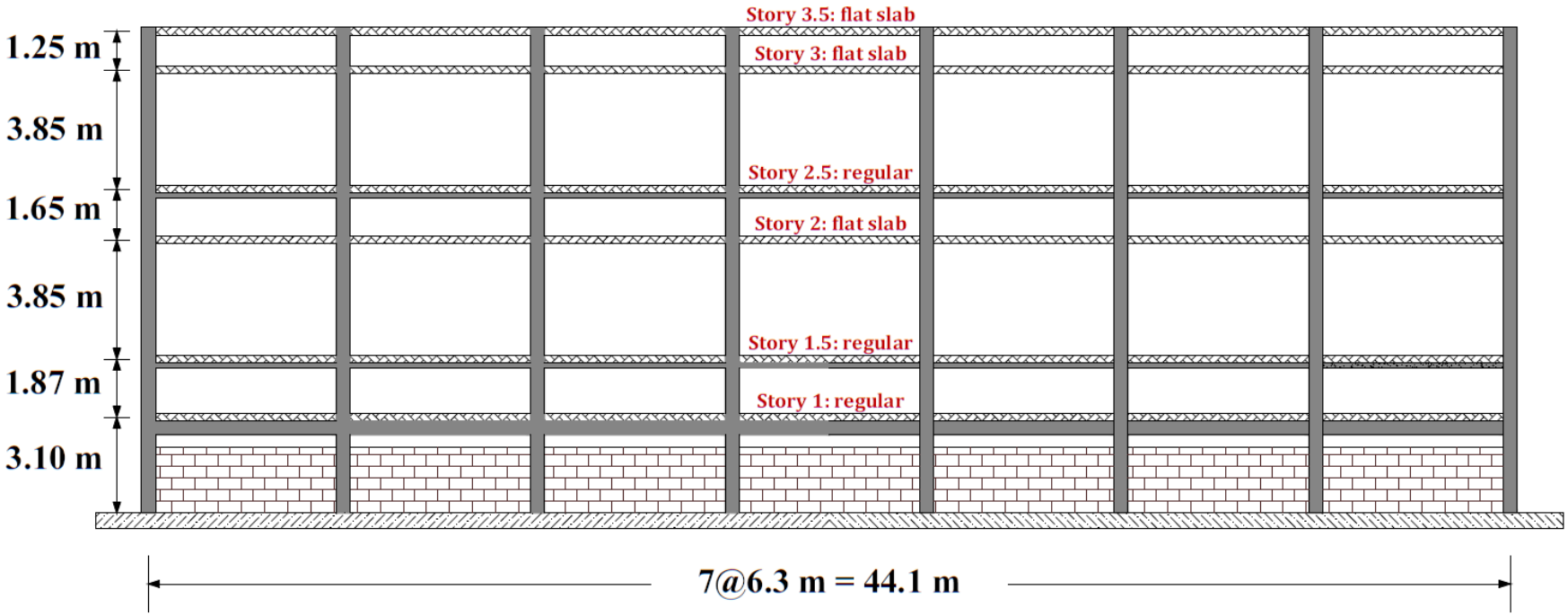


Figure 4.31 Elevation view sketch of the Odontology building

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

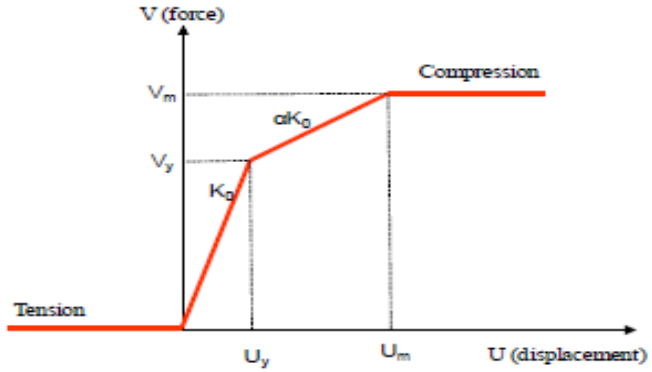


Figure 4.35 Hysteretic behavior of diagonal strut elements (Kwon and Kim, 2010)

The analytical model for the considered frame of the Odontology building is shown in Figure 4.36.

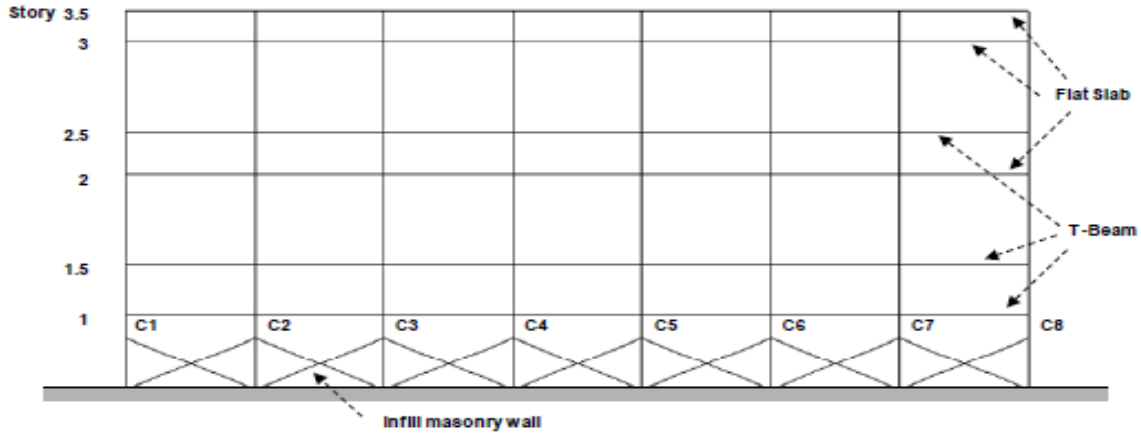


Figure 4.36 Analytical model for the exterior frame of the Odontology building

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

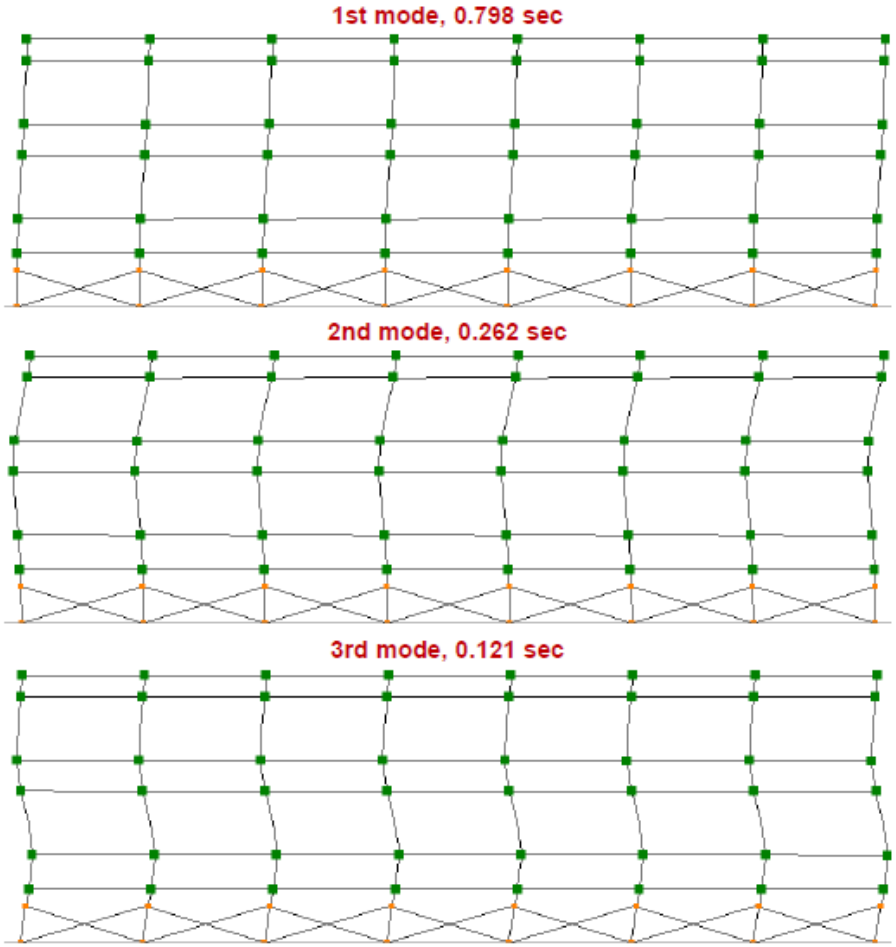


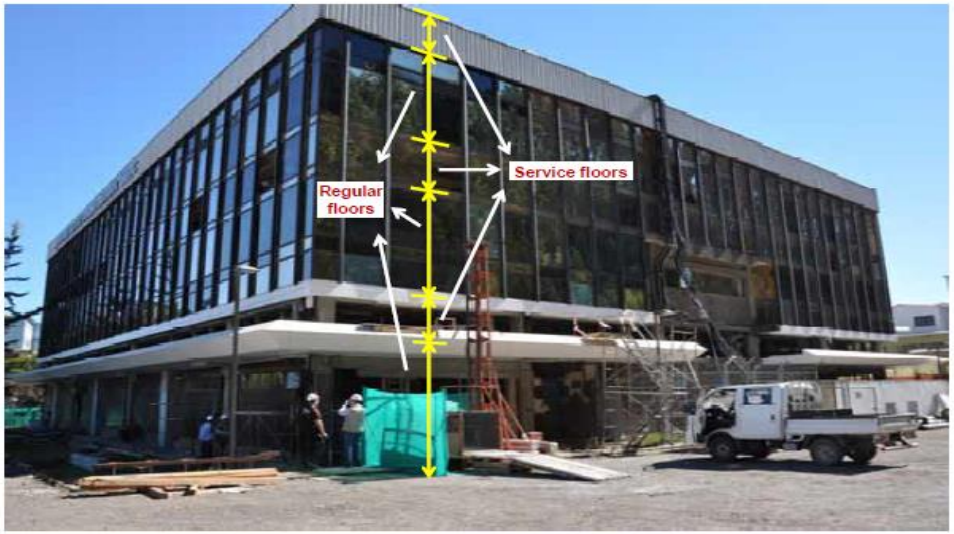
Figure 4.37 Mode shapes for the first three modes (frame with infill walls)

Table 4.2 Periods of the building with and without infill walls

	Periods (sec)	
	w/ infills	w/o infills
1st mode	0.798	0.829
2nd mode	0.262	0.273
3rd mode	0.121	0.164

- مقدار تغییر مکان بین طبقه ای در طبقه اول ۵۱٪ کاهش یافته است.

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.



مهندسین مشاور سازمین
SARZAMIN consulting eng.

۹-۲- نمای خارجی

۹-۲-۱- نمای چسبانده‌شده

۹-۲-۱-۱-تعریف و محدوده‌ی کاربرد

این نوع نما می‌تواند روی مصالح بنایی، بتن، اندود سیمان، یا به قاب سازه‌ای با کمک چسب یا دیگر موارد مشابه نگهداشته شود. چند نوع معمول این نوع نما عبارتند از:

۱- کاشی، آجر و سنگ با ضخامت متعارف ۲/۵ سانتی‌متر؛

۲- موزاییک‌های شیشه‌ای با اندازه‌های متعارف ۱* ۵*۵ سانتی‌متر؛

۳- قطعات سرامیکی؛

۴- اندودخارجی.

۹-۲-۱-۲-رفتار جزء و روش طراحی

مصالح و اجزای چسبانده‌شده، حساس به تغییرشکل،محسوب می‌شود و باید معیار پذیرش طبق بند ۹-۲-۱-۳ را ارضاء نماید.

۹-۲-۱-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: اتصال و مهار پشت‌بندی در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. حد نسبت تغییرمکان نسبی، محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) برابر با ۰/۰۲می‌باشد.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: اتصال و مهار پشت‌بندی در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. حد نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) برابر با ۰/۰۱می‌باشد.

۹-۲-۲- نمای دوخته‌شده

۹-۲-۲-۱- تعریف و محدوده کاربرد

این نما شامل آجرکاری یا سنگ‌کاری می‌شود که به صورت مکانیکی به سازه نگهدارنده متصل می‌شوند. سه نوع متداول این نما عبارتند از:

۱- آجرکاری و سنگ‌کاری با ضخامت اسمی متعارف ۱۲/۵سانتی‌متر.

۲- سنگ‌کاری با ضخامت اسمی متعارف ۱۲/۵تا ۲۵ سانتی‌متر.

۳- قواره‌های سنگی بزرگ با ضخامت اسمی متعارف ۵ سانتی‌متر.

تمهیدات این بخش برای قطعاتی که در ارتفاع حداقل ۱۲۰ سانتی‌متر نسبت به کف مجاور قرار گرفته‌اند الزامی هستند.

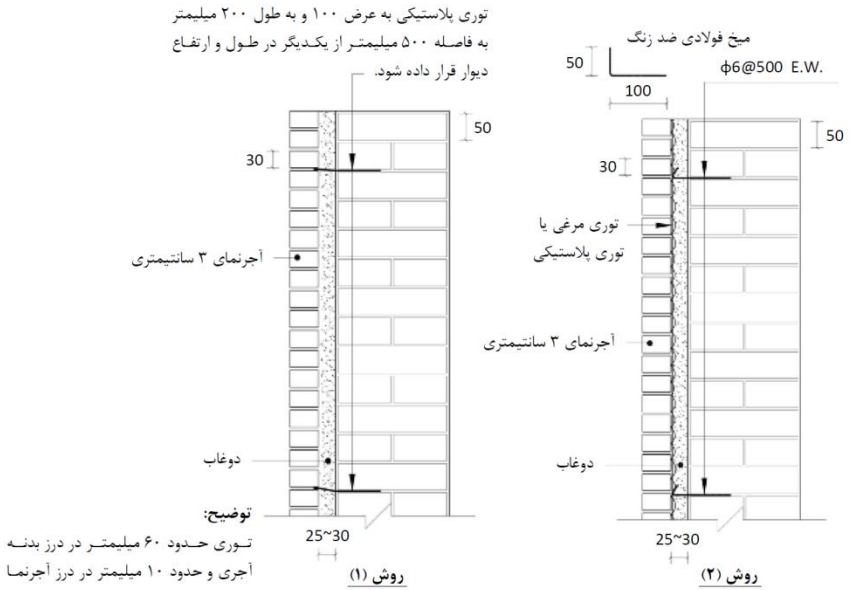
۹-۲-۲-۲- رفتار جزء و روش‌های بهسازی

نمای دوخته‌شده، حساس به تغییرشکل و شتاب، محسوب می‌شود و باید معیارهای پذیرش مطابق بند (۹-۲-۲-۳) را ارضاء نمایند.

۹-۲-۲-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: پشت‌بندی نما در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) حداکثر برابر با ۰/۰۲می‌باشد.

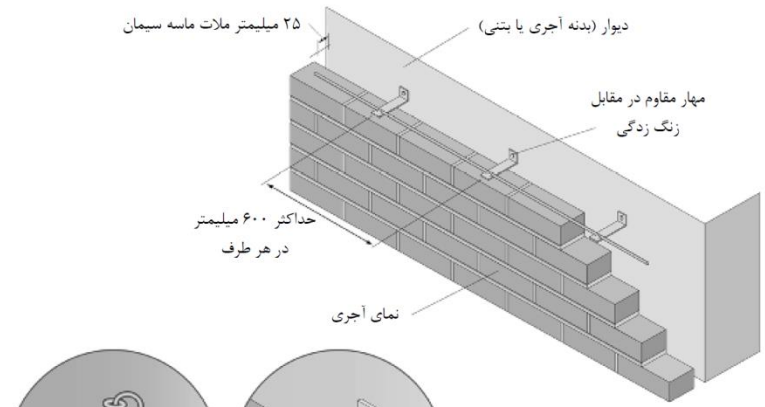
۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: پشت‌بندی نما در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) حداکثر برابر با ۰/۰۱است.

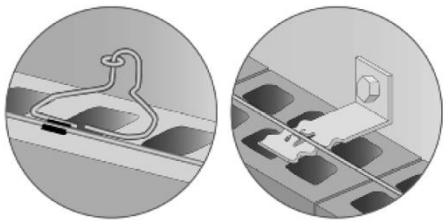


توضیح:

تـوری حـدود ۶۰ میلیمتـر در درز بدنـه آجری و حدود ۱۰ میلیمتر در درز آجرنما باید قرار گیرد.

نحوه اتصال آجرنمای ۳ سانتیمتری به دیوار آجری





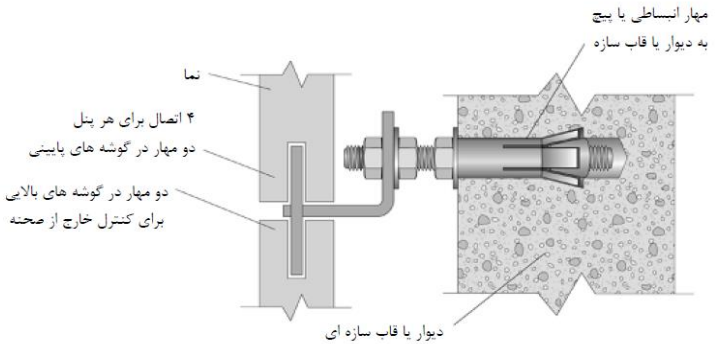
توضیح:

- کلیه ابعاد به میلیمتر است.

روش (۳) اتصال آجرنما به بدنه آجری یا بتنی

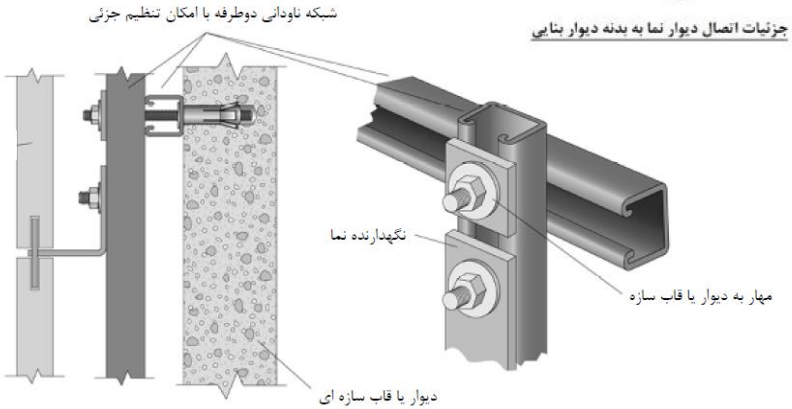
جزئیات اتصال آجرنما به دیوار / بدنه آجری یا بتنی

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.



نمونه مهار مستقیم نما به دیوار یا سازه

جزئیات اتصال دیوار نما به بدنه دیوار بنایی



مهار با شبکه ناودانی دوطرفه

جزئیات مهار نما به دیوار یا سازه

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

۹-۲-۳- نمای آجر شیشه‌ای

۹-۲-۳-۱- تعریف و محدوده کاربرد

این نما شامل آجرهای شیشه‌ای بوده که با مقاومت ذاتی خودشان می‌توانند بارهای قائم استاتیکی را تحمل نمایند. اجزای این نما توسط ملات به یکدیگر متصل بوده و از سازه پیرامون خود جدا می باشند.

۹-۲-۳-۲- رفتار جزء و روش‌های بهسازی

نمای آجر شیشه‌ای حساس به شتاب و تغییرشکل، محسوب می‌شود.

طراحی دیوارهای مجزای کمتر از ۱۳/۵مترمربع یا با ابعاد حداکثر ۴/۵متر در هر یک از امتدادها با استفاده از روش تجویزی ذکر شده در بند (۶-۱) مجاز می‌باشد. برای دیوارهای بزرگتر از این ابعاد، باید از روش تحلیلی استفاده شود.

۹-۲-۳-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: نمای آجرهای شیشه‌ای متشکل از آجر شیشه‌ای و قاب پیرامون آنها، باید قادر به تحمل هر دو نیروی درون صفحه و برون صفحه لرزه‌ای محاسبه شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه شده طبق بند (۶-۲-۳) باید حداکثر برابر ۰/۰۲باشد.

۲-سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه: نمای آجرهای شیشه‌ای متشکل از آجر شیشه‌ای و قاب پیرامون آنها، باید قادر به تحمل هر دو نیروی درون صفحه و برون صفحه لرزه‌ای محاسبه شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه شده طبق بند (۶-۲-۳) باید حداکثر برابر با ۰/۰۱باشد.

۹-۲-۴- پانل‌های پیش‌ساخته

۹-۲-۴-۱- تعریف و محدوده کاربرد

این نما شامل پانل‌های پیش‌ساخته‌ای است که با مقاومت سازه‌ای مناسب ذاتی خودشان می‌توانند نیروهای باد و زلزله و دیگر نیروها را تحمل نمایند. این قطعات معمولاً در پیرامون خود به عناصر سازه اصلی متصل می‌شوند. چند نوع معمول این پانل‌ها عبارتند از:

۱- پانل‌های پیش ساخته بتنی، و پانل‌های بتنی با نمای سنگی متصل به آن.

۲- پانل‌های با نمای فلزی.

۳- پانل‌های با پشت بندهای فلزی (قاب فلزی) با نمای عایق در برابر نفوذ آب، یا سنگی دوخته شده به آن.

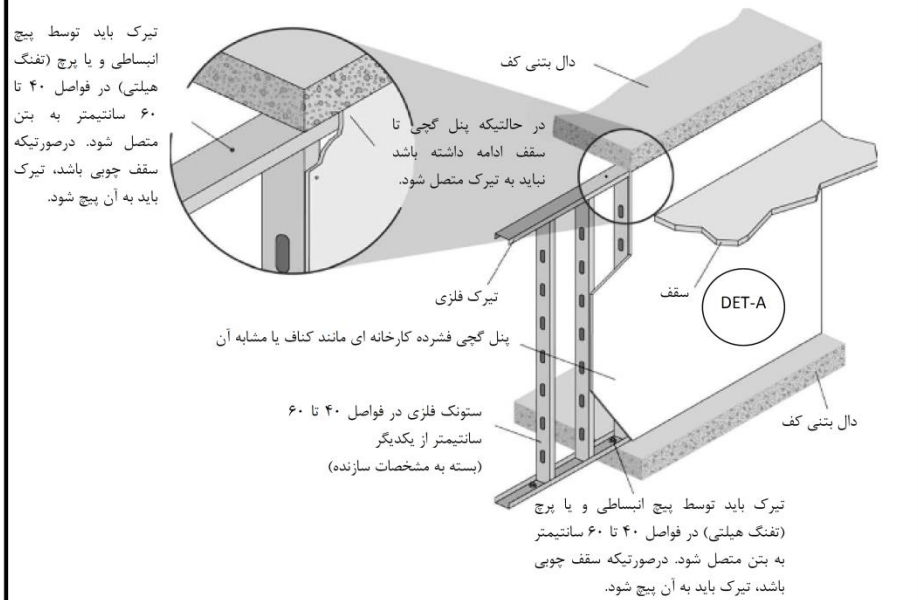
۹-۲-۴-۲- رفتار جزء و روش‌های بهسازی

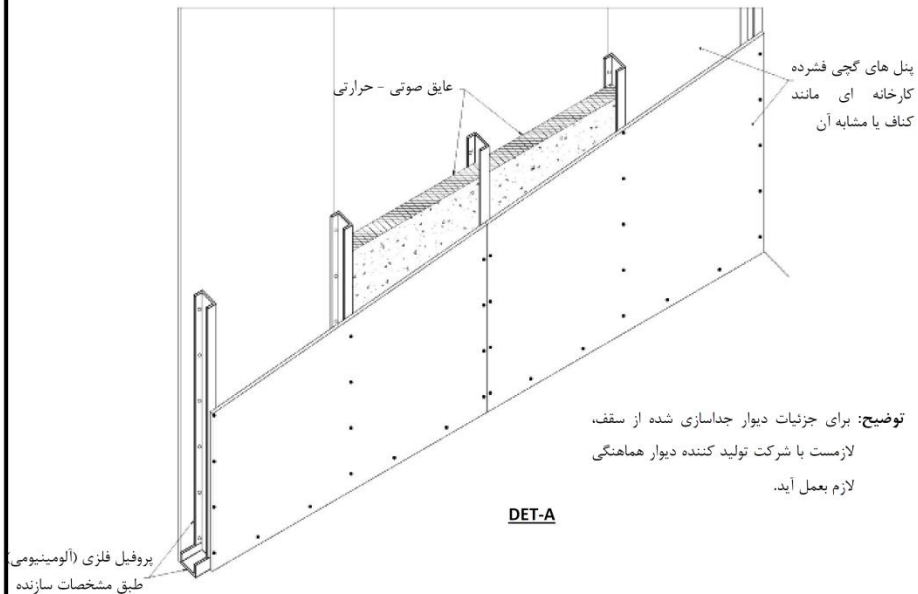
پانل‌های پیش‌ساخته، حساس به شتاب و تغییرشکل، محسوب می‌شوند و باید معیارهای پذیرش مطابق بند (۹-۲-۴-۳) را ارضاء نمایند.

۹-۲-۴-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: پانل‌های پیش‌ساخته و اتصالات آن‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای درون‌صفحه‌ای و برون‌صفحه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. حد نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) برابر با ۰/۰۲می‌باشد.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: پانل‌های پیش‌ساخته و اتصالات آن‌ها باید قادر به تحمل نیروهای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. حد نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) برابر با ۰/۰۱می‌باشد.





توضیح: برای جزئیات دیوار جداسازی شده از سقف، لازمست با شرکت تولید کننده دیوار هماهنگی لازم بعمل آید.

DET-A

جزئیات اجرائی تیغه های سبک کارخانه ای مانند کناف یا مشابه آن

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

۹-۲-۵- نمای شیشه‌ای

۹-۲-۵-۱- تعریف و محدوده کاربرد

این نوع نما از جنس شیشه بوده و شامل انواع زیر می باشد:

۱- دیوارهای شیشه‌ای که خارج از لبه دال های سازه‌ای طبقات اجرا می‌شوند.

۲- پوشش‌های شیشه‌ای که ما بین کف سازه‌ای طبقات قرار گرفته و به آن‌ها متصل می‌شوند.

۳- دیوارهای شیشه‌ای که در آن‌ها از مواد سیلیکونی برای درزبندی شیشه در بازشو و همچنین انتقال بارها از شیشه به قاب پیرامونی استفاده می‌شود.

۹-۲-۵-۲-رفتار جزء و روش طراحی

نماهای شیشه‌ای، حساس به شتاب و تغییرشکل، محسوب می شوند و باید معیارهای پذیرش طبق بند (۹-۲-۵-۳) را ارضاء نمایند.

۹-۲-۵-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: دیوارهای شیشه‌ای و قاب تکیه‌گاهی آنها باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه شده طبق بند (۷-۲-۱) باشند.

اجزایی از این سیستم باید یکی از معیارهای زیر را برآورده سازند.

۱-۱- جزء شیشه‌ای باید از قاب دارای فاصله کافی جهت تحمل تغییر مکان نسبی لرزه‌ای، D_c، مطابق رابطه (۱۲) باشد.

$$D_c \geq 1.25 D_P \qquad (۱۲)$$

$$D_c = 2c_1\left(1+\frac{h_P c_2}{b_P c_1}\right)$$

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

که در آن:

h_p: ارتفاع شیشه مستطیلی

b_p: عرض شیشه مستطیلی

c_1: فاصله بین لبه‌های قائم شیشه و قاب

c_2: فاصله بین لبه‌های افقی شیشه و قاب

D_p: تغییرشکل لرزه‌ای نسبی که عضو باید با آن سازگاری داشته باشد. مقدار این پارامتر براساس رابطه (۱۱) و ارتفاع جزء شیشه تعیین می شود.

۱-۲- جزء شیشه‌ای باید تغییرشکل نسبی حاصل از رابطه (۱۳) را برآورده کند:

$$\Delta_f \geq \max(1.25 D_p, 13mm) \quad (۱۳)$$

Δ_f: تغییرمکان لرزه‌ای نسبی که باعث پرتاب شدن شیشه از قاب شود. این تغییر مکان باید با استفاده از روش تحلیلی معتبر تعیین گردد.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: دیوارهای شیشه‌ای خارجی و قاب تکیه‌گاهی آنها باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه شده طبق بند (۷-۲-۱) باشد.

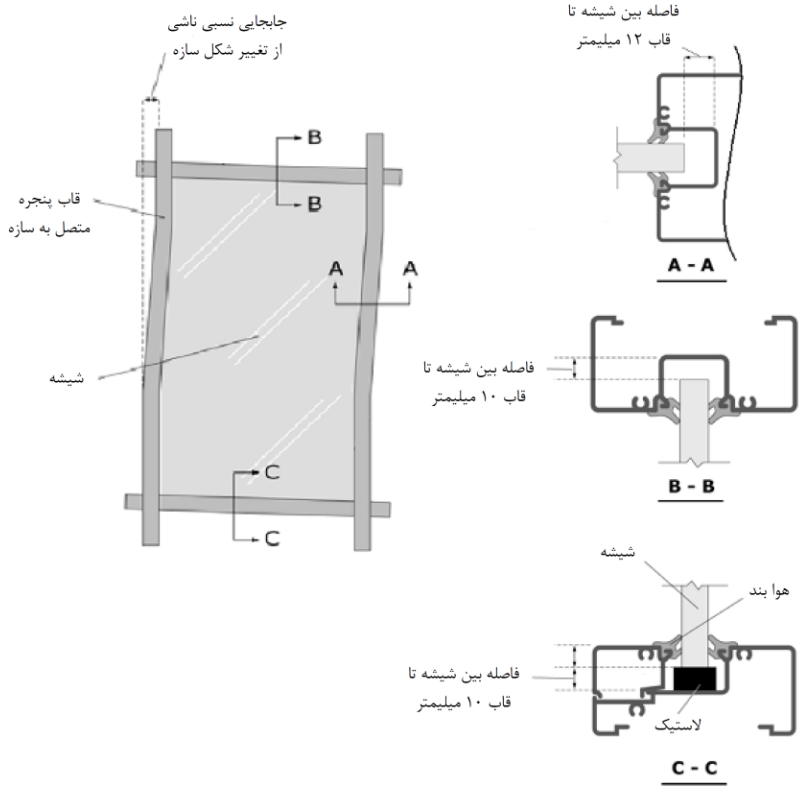
اجزای این سیستم که یکی از معیارهای زیر را برآورده سازند نیاز به طراحی در این سطح عملکرد ندارند.

۱-۲- جزء شیشه‌ای باید از قاب دارای فاصله کافی جهت تحمل تغییرمکان نسبی لرزه‌ای مطابق رابطه (۱۲) باشد.

۲-۲- جزء شیشه‌ای که تغییر شکل نسبی حاصل از رابطه (۱۴) را برآورده کند:

$$\Delta_f \geq \max(1.5 \times 1.25 D_p, 13mm) \quad (۱۴)$$

مهندسین مشاور سازمین
SARZAMIN consulting eng.



توضیح:

فاصله های جام شیشه تا قاب، برای شیشه به ابعاد ۱۰۰×۲۰۰ سانتیمتر در ساختمان با T > 0.7 Sec. محاسبه شده است.

جزئیات شیشه در قاب آن

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

۹-۳-نازک کاری دیوارهای داخلی

۹-۳-۱-گچ و خاک

گچ و خاک معمولاً به علت خاصیت چسبندگی بالا به سفت‌کاری دیوارهای داخلی متصل می‌شوند. لذا بررسی رفتار جزء و روش‌های بهسازی و همچنین معیارهای پذیرش مستقل نداشته و می‌توانند با سفت‌کاری دیوارهای داخلی تواماً بررسی شوند.

۹-۴- سنگ

۹-۴-۱-تعریف و محدوده کاربرد

نماهای موضوع این بند شامل آن دسته از نماهای داخلی هستند که بالاتر از ۱۲۰ سانتی‌متر نسبت به کف طبقه واقع شده‌اند.

۹-۴-۲- رفتار جزء و روش طراحی

نماهای داخلی، حساس به تغییرشکل، محسوب می‌شوند و باید معیارهای پذیرش طبق بند (۹-۴-۳) را ارضاء نمایند.

۹-۴-۳-معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: پشت‌بندی نما باید به طور مناسب متصل باشد تا در موارد لزوم طبق جدول (۱) قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای، محاسبه شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) حداکثر برابر با ۰/۰۲می‌باشد.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: پشت‌بندی نما باید به طور مناسب متصل باشد تا در موارد لزوم جدول (۱) قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای، محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) برابر با حداکثر ۰/۰۱است.

۹-۵--چوب

۹-۵-۱-تعریف و محدوده‌ی کاربرد

نماهای موضوع این بند شامل آن دسته از نماهای داخلی هستند که بالاتر از ۱۲۰ سانتی‌متری کف طبقه واقع شده‌اند.

۹-۵-۲- رفتار جزء و روش طراحی

نماهای چوبی دیوارهای داخلی، حساس به تغییرشکل، محسوب می‌شود. و باید ضوابط بند (۹-۵-۳) را ارضاء نمایند.

۹-۵-۳--معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: این نماها برای سطح عملکرد ایمنی جانی نیازی به کنترل برای بهسازی ندارند .

سطح عملکرد قابلیت استفاده‌ی بی‌وقفه: وسایل نگهدارنده نما در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) حداکثر برابر ۰/۰۱می‌باشد.

۹-۶- آینه

۹-۶-۱- تعریف و محدوده کاربرد

نماهای موضوع این بند شامل آن دسته از نماهای داخلی هستند که بالاتر از ۱۲۰ سانتی‌متری کف طبقه واقع شده‌اند.

۹-۶-۲-رفتار جزء و روش طراحی

نماهای دیوارهای داخلی آینه‌کاری‌شده، حساس به تغییرشکل، محسوب می‌شود و باید معیارهای پذیرش طبق بند (۹-۶-۳) را ارضاء نمایند.

۹-۶-۳-معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: پشت‌بندی نما باید به طور مناسب متصل باشد تا در موارد لزوم طبق جدول (۱) قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای، محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) حداکثر برابر ۰/۰۲می‌باشد.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: پشت‌بندی نما باید به طور مناسب متصل باشد تا قادر به تحمل نیروهای لرزه‌ای، محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. نسبت تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) حداکثر برابر با ۰/۰۱می‌باشد.

۹-۷- کاشی و سرامیک

۹-۷-۱- تعریف و محدوده کاربرد

بررسی رفتار جزء و همچنین معیارهای پذیرش برای این نوع نما به صورت مستقل ضرورت نداشته و می‌تواند به همراه سفت‌کاری دیوارهای داخلی بررسی شود.

۹-۸- سقف‌های کاذب

۹-۸-۱- تعریف و محدوده کاربرد

سقف‌های کاذب شامل قسمت‌های افقی یا شیب‌دار می‌باشند که متصل به سازه و یا آویخته به آن هستند و یا توسط سازه مستقلی نگهداری می‌شوند. سقف‌های کاذب به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند.

الف: پوشش گچ و خاک و رابیتس؛

ب: پوشش با پانل‌های سبک؛

پ: پوشش با پانل‌های سنگین.

تبصره: استفاده از سقف‌های کاذب شیشه‌ای بدون تمهیدات خاص مجاز نمی‌باشد.

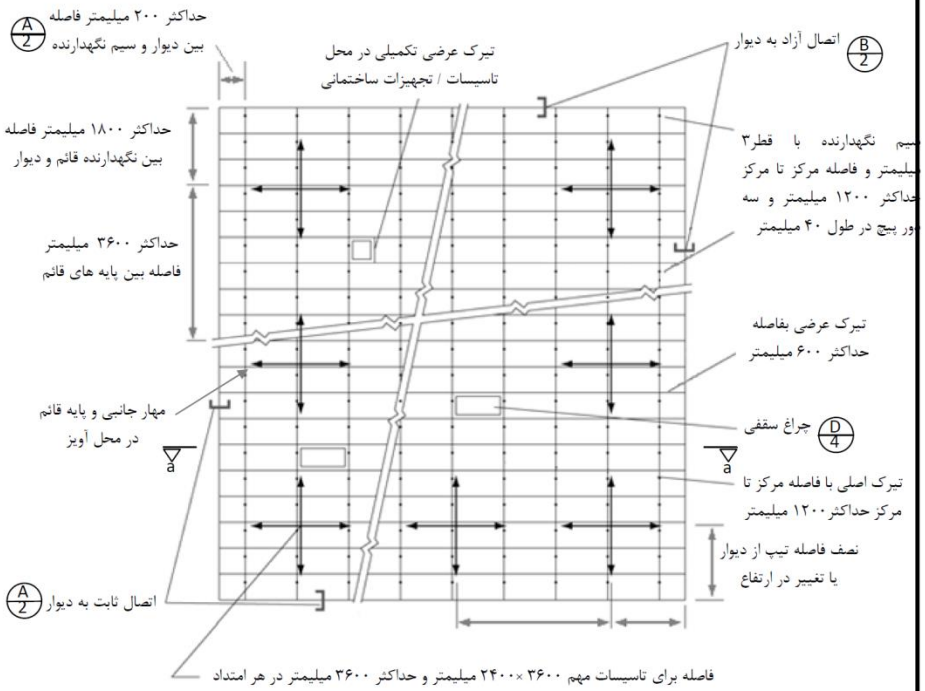
۹-۸-۲-رفتار جزء و روش‌های بهسازی

سقف‌های کاذب، حساس به شتاب و تغییرشکل، محسوب می‌شوند و باید معیارهای پذیرش طبق بند (۹-۸-۳) را ارضاء نمایند.

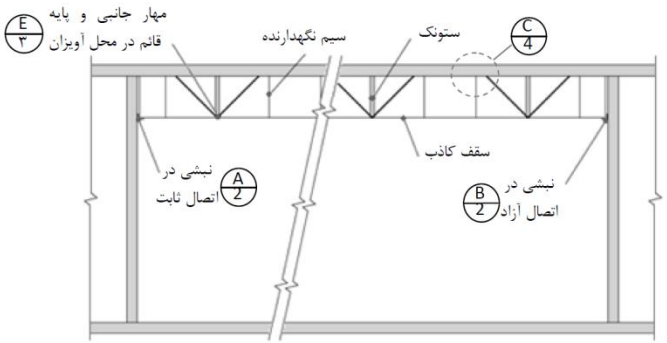
۹-۸-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: اسکلت و پوشش سقف‌های کاذب در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای لرزه‌ای، محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. همچنین سقف‌های کاذب باید قادر به تحمل تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) باشند.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: اسکلت و پوشش سقف‌های کاذب در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. همچنین سقف‌های کاذب باید قادر به تحمل تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) باشند.



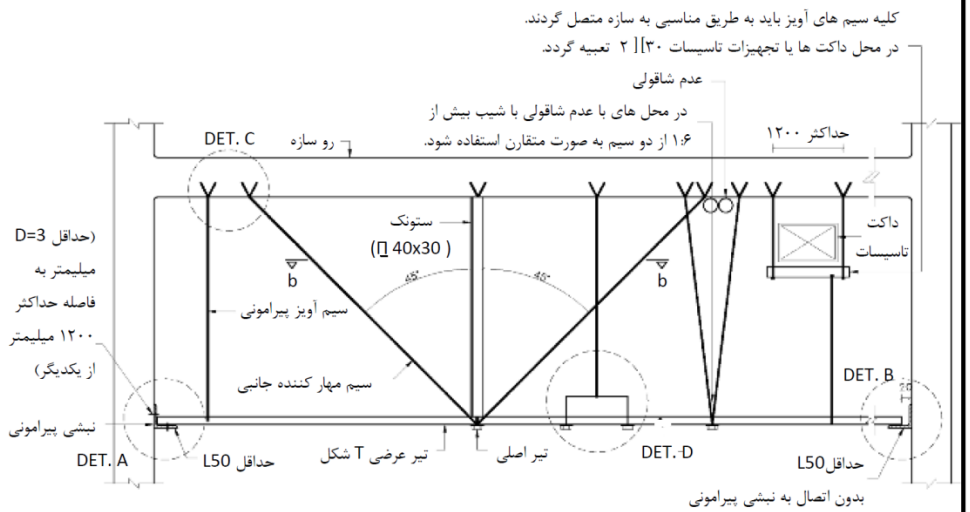
پلان سقف کاذب



SEC. a-a

جزئیات مهاربندی سقف کاذب معلق

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.



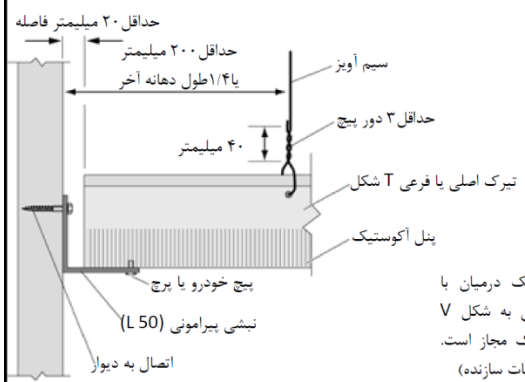
سقف کاذب معلق با مهار جانبی (مقطع عرضی)

توضیح:

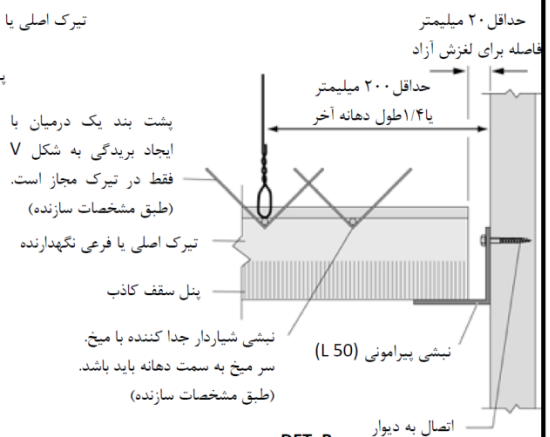
۱- در هر امتداد، تیر در یک سر باید به نبشی پیرامونی متصل و در سر دیگر بصورت آزاد بفاصله ۲۰ میلیمتر از نبشی پیرامونی نصب شود.

۲- برای ملاحظه مقطع b-b به نقشه شماره ۳ رجوع شود.

۳- برای ملاحظه جزئیات (C) و (D) به نقشه شماره ۴ رجوع شود.



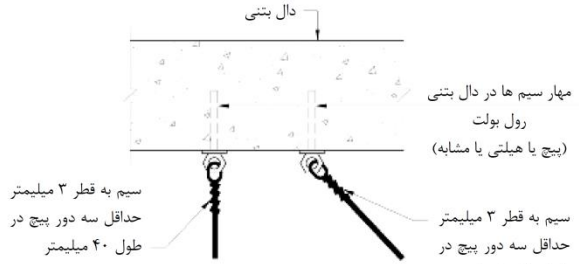
DET. A
اتصال ثابت به دو دیوار مجاور



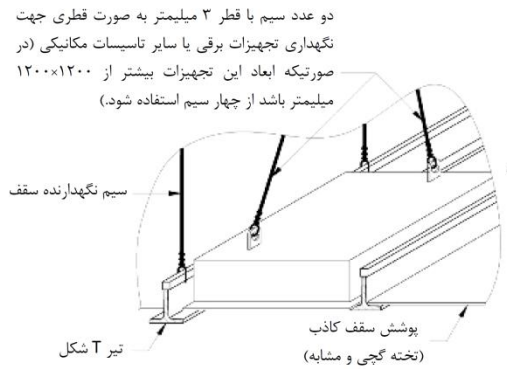
DET. B
اتصال آزاد به دو دیوار مجاور

جزئیات اتصال سقف کاذب معلق با مهار جانبی

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

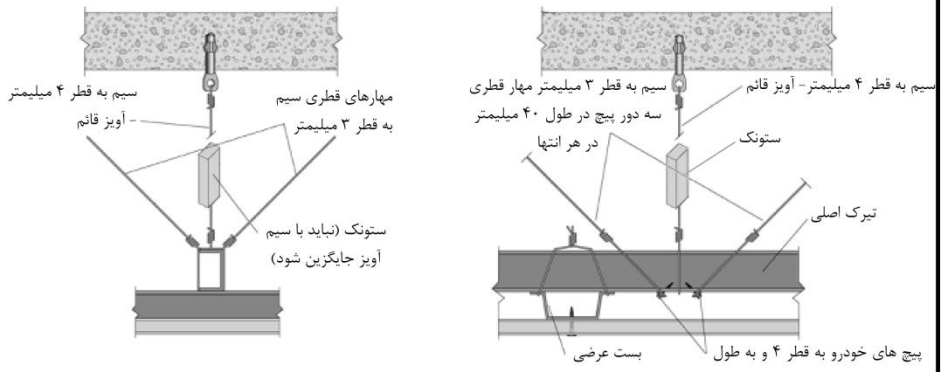


DET. C
جزئیات مهار سیم ها در سقف



* توضیح:
این جزئیات فقط برای نگهداری تجهیزات با وزن حداکثر ۲۰ کیلوگرم می باشد.
برای سایر موارد با مهندس طراح تماس گرفته شود.

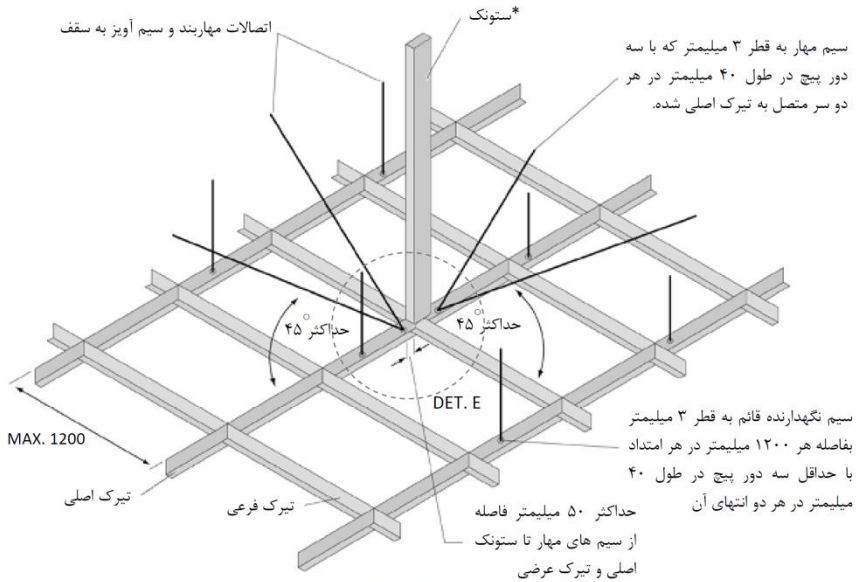
DET. D
جزئیات نگهداری چراغ سقفی و یا هر تجهیز مکانیکی و برقی سبک



جزئیات مهار عرضی برای پنل های گچی سقف های کاذب

جزئیات اتصال سقف کاذب معلق با مهار جانبی

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

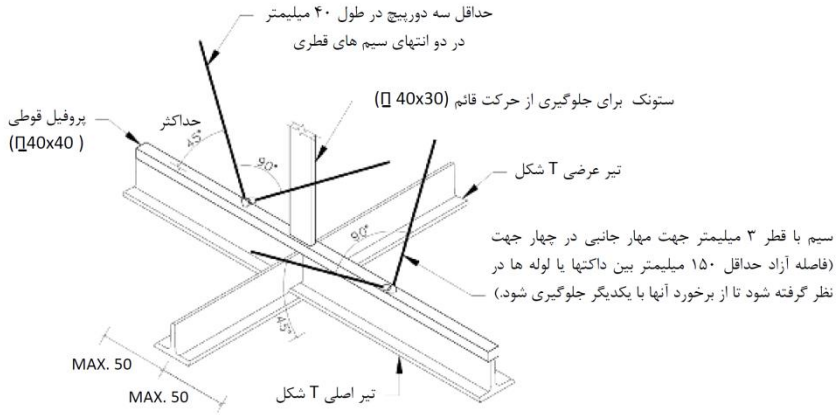


SEC. b-b

* توضیح:

ستونک نباید با سیم آویز جایگزین شود. این ستونک از نوع پروفیل فولادی باید باشد که به تیرک اصلی با حداقل پیچ انبساطی به قطر ۶ میلیمتر به سازه متصل شود. ابعاد ستونک به فاصله بین سقف و سازه بستگی دارد و شرط لاغری (l/r<200) باید رعایت شود.

کاندوئیت به قطر ۲۵ میلیمتر می تواند برای فاصله تا ۱۸۰۰ میلیمتر بکار رود و ستونک فلزی از پروفیل قوطی به ابعاد ۳۰ × ۴۰ میلیمتر می تواند برای فاصله تا ۳۰۰۰ میلیمتر بکار رود.



DET.E

جزئیات مهار تیرهای اصلی و فرعی سقف کاذب معلق

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

۹-۹- جان‌پناه‌ها و سایه‌بان‌ها و دیوارهای طره‌ای

۹-۹-۱-تعریف و محدوده کاربرد

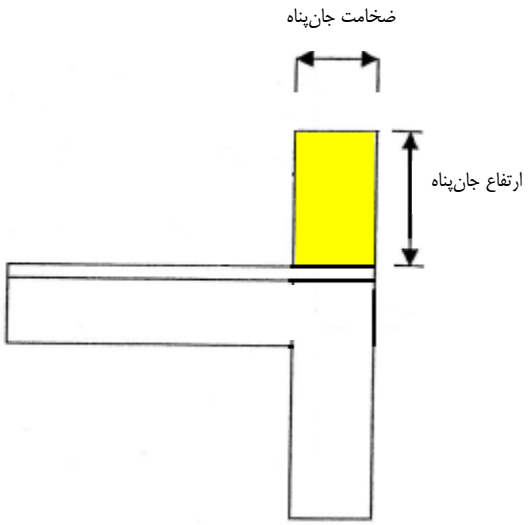
جان‌پناه‌ها و سایه‌بان‌ها اجزائی هستند که نسبت به بام ساختمان یا نمای آن بیرون زده‌اند. جان‌پناه‌ها و سایه‌بان‌ها فقط در موارد زیر نیاز به طراحی دارند.

۱- جان‌پناه‌های بنایی غیرمسلح با نسبت ارتفاع به ضخامت بزرگ‌تر از ۱/۵(شکل ۱).

۲- جان‌پناه‌های بنایی مسلح با نسبت ارتفاع به ضخامت بزرگ‌تر از ۳/۰(شکل ۱).

۳- سایه‌بان‌های ساخته‌شده از سنگ، یا آجر، مگر اینکه با یک سازه فولادی یا بتنی مسلح نگهداری‌شده باشند.

۴- سایه‌بان‌های دارای قاب بدون تمهیدات لازم جهت مقاومت دربرابر بار جانبی.



شکل۱- نسبت ابعادی جان پناه

۹-۹-۲- رفتار جزء و روش طراحی

جان‌پناه‌ها و سایه‌بان‌ها، حساس به شتاب، محسوب می‌شوند و باید معیارهای پذیرش طبق بند (۹-۹-۳) را ارضاء نمایند.

۹-۹-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: جان‌پناه‌ها و سایه‌بان‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: جان‌پناه‌ها و سایه‌بان‌ها باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند.

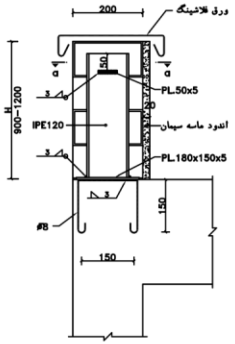
۹-۱۰- دودکش‌های ساختمانی

۹-۱۰-۱- تعریف و محدوده کاربرد

دودکش‌ها که به صورت طره‌ای بر بام ساختمان‌ها قرار می‌گیرند باید طبق ضوابط این بند طراحی شوند.

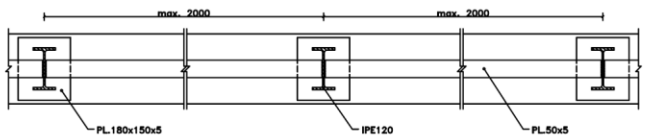
دودکش‌های ساخته‌شده از ورق نازک گالوانیزه نیاز به کنترل برای بهسازی ندارند.

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.



جزئیات جان پناه با مصالح بنائی

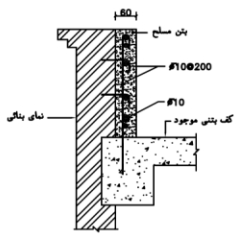
S.C.: 1/10



پروفیل‌های قائم با تسمه 50x5 به یکدیگر متصل شده‌اند.

SEC. a—a

S.C.: 1/20



جزئیات مهار دیوار جان پناه بتن مسلح

S.C.: 1/10

توضیح:

- کلیه ابعاد به میلیمتر است.

جزئیات مهار دیوار جان پناه

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

۹-۱۰- ۲-رفتار جزء و روش‌های بهسازی

دودکش‌ها، حساس به شتاب، محسوب می‌شوند و باید معیارهای پذیرش طبق بند (۹-۱۰-۳) این اجزاء را ارضاء نمایند.

۹-۱۰-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: دودکش‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: دودکش‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند.

۹-۱۱- راه‌پله‌ها

۹-۱۱-۱- تعریف و محدوده کاربرد

راه‌پله‌ها شامل کلیه اجزای تشکیل دهنده راه عبور بین دو طبقه می‌باشند. دست اندازها، درها و پنجره‌ها و بخش‌های ضد آتش مربوطه نیز جزیی از راه‌پله‌ها محسوب می‌شوند.

۹-۱۱-۲-رفتار جزء و روش طراحی

هریک از اجزای راه پله براساس رفتار حاکم آن ها حساس به شتاب یا تغییر شکل، محسوب می‌شوند. اجزایی که به کف های مجاور یا متوالی یا به قاب طبقه متصل هستند حساس به تغییرشکل محسوب می‌شوند. دیگر اجزای راه پله حساس به شتاب محسوب می گردند.

راه‌پله‌ها باید ضوابط بند (۹-۱۱-۳) را ارضاء نمایند.

۹-۱۱-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: راه‌پله‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای، محاسبه‌شده طبق بند(۶-۲-۱) باشند. همچنین راه‌پله‌ها باید قادر به تحمل تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند_(۶-۲-۳) باشند.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: اجزای راه‌پله‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۱) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای، محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۲) باشند. همچنین راه‌پله‌ها باید قادر به تحمل تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) باشند.

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

۱۰- اجزای مکانیکی، برقی و تجهیزات: تعریف، رفتار و معیارهای پذیرش

در این بخش ابتدا تعریف اجزا و محدوده کاربرد و سپس نوع رفتار و روش طراحی آنها مشخص گردیده و سپس معیارهای پذیرش براساس سطوح عملکرد مختلف ارائه شده است. علاوه برآن در اجزای حساس به تغییرشکل، کنترل سیستم سازه‌ای نگهدارنده جزء نیز برای تغییرشکل ضرورت دارد.

۱۰-۱–تجهیزات مکانیکی

۱۰-۱-۱- تعریف و محدوده‌ی کاربرد

ضوابط این بند قابل اعمال به تاسیسات سرمایش و گرمایش به‌جز مخازن مایعات، آبگرمکن‌ها و لوله‌ها (که در بندهای بعدی ارائه می‌شوند) می‌باشد. تاسیسات سرمایش و گرمایش مشمول این بند که یکی از معیارهای زیر را برآورده سازند باید طبق ضوابط این بند طراحی شوند.

۱- کلیه تجهیزاتی که وزن آن‌ها بیش از ۱۸۰ کیلوگرم باشد.

۲- تجهیزات مهارنشده با وزن بیش از ۴۵ کیلوگرم که ضریب اطمینان آن‌ها در برابر واژگونی تحت اثر بارهای طراحی، محاسبه‌شده، طبق بند (۶-۲-۱) کم‌تر از ۱/۵باشد.

۳- تجهیزاتی که دارای وزن بیش از ۱۰ کیلوگرم باشند و به سقف، دیوار یا تکیه‌گاهی در ارتفاع بیش از ۱/۲۰ متر بالای کف طبقه متصل‌شده باشند.

۴- کلیه تجهیزات زیر:

۴-۱- برج خنک‌کننده؛

۴-۲- دستگاه‌های مرکزی مانند دیگ‌ها وکوره‌ها؛

۴-۳- سیستم تهویه مطبوع با جداساز ارتعاشی؛

۴-۴- سیستم تهویه مطبوع بدون جداساز ارتعاشی؛

۴-۵- سیستم تهویه مطبوع مستقر بر مسیر کانال‌کشی؛

۱۰-۱-۲- رفتار جزء و روش طراحی

تجهیزات مکانیکی، حساس به شتاب، و اتصالات و ادوات آنها باید معیارهای پذیرش طبق بند (۱۰-۱-۳) را ارضا نمایند.

۱۰-۱-۳- معیارهای پذیرش

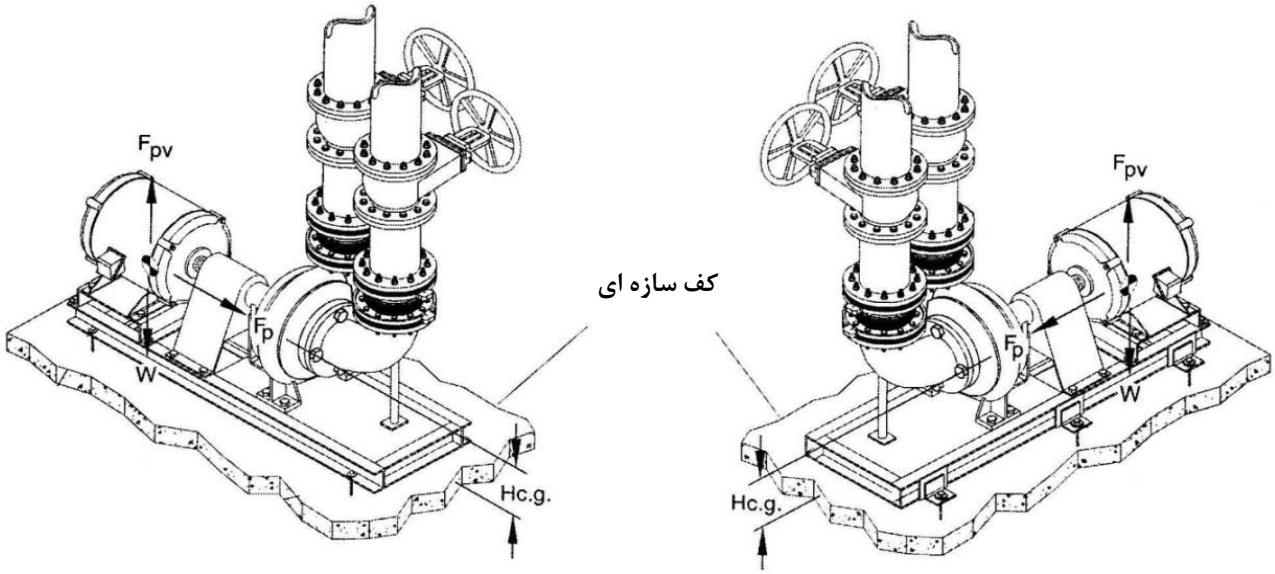
۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: اجزای مهاری تجهیزات در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: اجزای مهاری تجهیزات در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد.

۱۰-۲-۳- معیارهای پذیرش

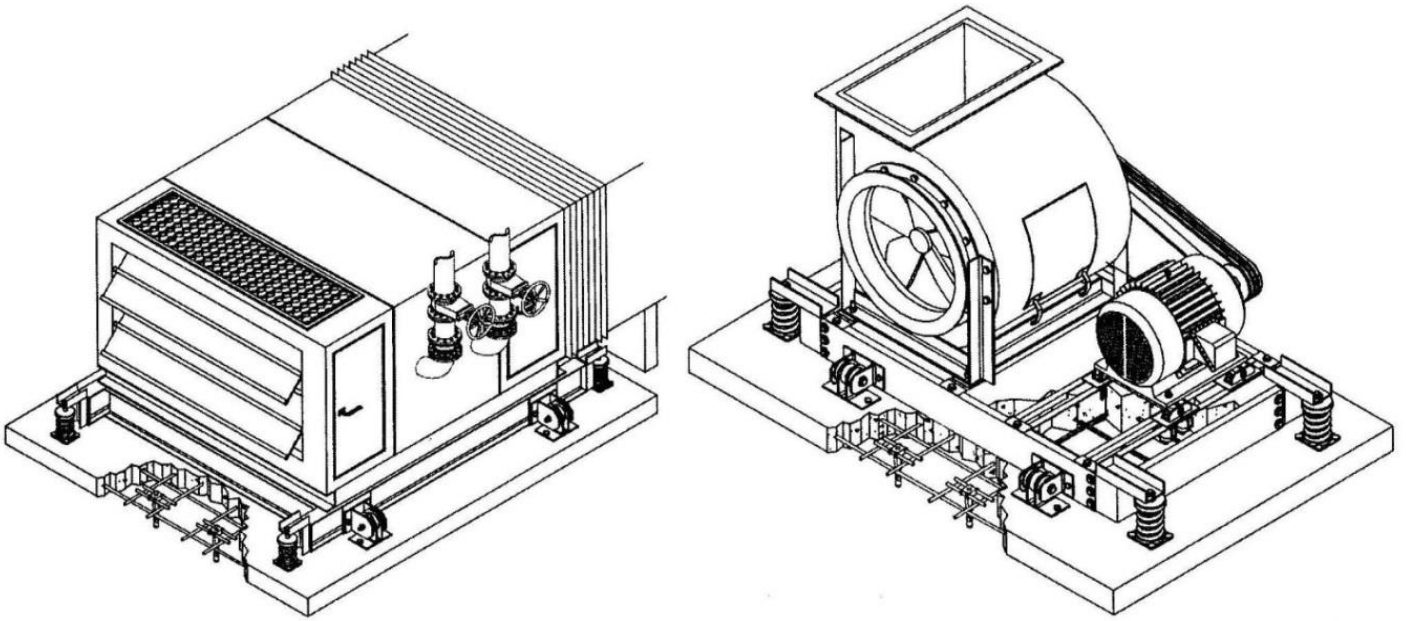
۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: این تجهیزات و سیستم تکیه‌گاهی آنها در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. آبگرمکن‌های با ظرفیت کم‌تر از ۴۰۰ لیتر می‌توانند با روش تجویزی مطابق بند (۶-۱) طراحی شوند.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: این تجهیزات و سیستم تکیه‌گاهی آنها باید قادر به تحمل نیروهای لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. آبگرمکن‌های با ظرفیت کم‌تر از ۴۰۰ لیتر می‌توانند با روش تجویزی مطابق بند (۶-۱) طراحی شوند.



کف سازه ای

اتصال تجهیزات به شالوده با تکیه گاه های ثابت



اتصال تجهیزات به شالوده با استفاده از تکیه گاه های فنری جاذب زلزله

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

۱۰-۲- مخازن مایعات و آبگرمکن‌ها

۱۰-۲-۱- تعریف و محدوده کاربرد

آبگرمکن‌ها و مخازنی که محتوی مایعات هستند مشمول این بند می‌باشند و به دو دسته‌ی زیر تقسیم می‌شوند:

۱- مخازنی که کل محتوای آن‌ها توسط سازه نگهداری می‌شود و بدنه آن‌ها متکی بر پایه‌ها یا یک دیواره محیطی نگهدارنده می‌باشند.

۲- مخازن دارای کف مسطح که در آن‌ها وزن محتویات توسط کف، سقف، یا یک عرشه‌ی سازه‌ای نگهداری می‌شود.

۱۰-۲-۲- رفتار جزء و روش طراحی

مخازن مایعات و آبگرمکن‌ها اعم از دسته ۱ یا ۲، حساس به شتاب، باید معیارهای پذیرش بند (۱۰-۲-۳) را برآورده سازند.

۱۰-۳- لوله‌ها

۱۰-۳-۱- لوله‌های محتوی مواد خطرناک

۱۰-۳-۱-۱- تعریف و محدوده کاربرد

در این بند لوله‌های محتوی مواد خطرناک و مایعات آتش‌گیر که به خاطر ویژگی ذاتی‌شان به محض تماس با افراد، ایمنی جانی را به خطر می‌اندازند مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱۰-۳-۱-۲- رفتار جزء و روش طراحی

لوله‌های محتوی مواد خطرناک، حساس به شتاب، لوله‌هایی که از طبقات یا درزهای انقطاع می‌گذرند، حساس به تغییرشکل نیز محسوب می‌شوند و باید معیارهای پذیرش بند (۱۰-۳-۱-۳) را برآورده سازند.

۱۰-۳-۱-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: تکیه‌گاه‌ها و مهاربندی این لوله‌ها باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. لوله‌هایی که از طبقات یا درزهای انقطاع می‌گذرند علاوه بر معیارهای فوق باید ضوابط مربوط به تغییرشکل طبق بند (۶-۲-۳) را نیز تامین نمایند. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این لوله‌ها مجاز می‌باشد.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده‌ی بی‌وقفه: تکیه‌گاه‌ها و مهاربندهای این لوله‌ها باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. لوله‌هایی که از طبقات یا درزهای انقطاع می‌گذرند علاوه بر معیار فوق باید ضوابط مربوط به تغییرشکل طبق بند (۶-۲-۳) را نیز تامین نمایند. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این لوله‌ها مجاز می‌باشد.

۱۰-۳-۲- لوله‌های تحت فشار

۱۰-۳-۲-۱- تعریف و محدوده کاربرد

ملزومات این بخش باید برای لوله‌هایی که مایع حمل‌شونده توسط آن‌ها، در حالت بخار فشاری معادل با یک اتمسفر یا بیش‌تر را نشان دهد، به‌کار برده شود.

۱۰-۳-۲-۲- رفتار جزء و روش طراحی

لوله‌های تحت فشار، حساس به شتاب، محسوب می‌شوند. لوله‌های گذرنده از طبقات یا درزهای انقطاع نیز حساس به تغییرشکل محسوب می‌شوند. این لوله‌ها باید معیارهای پذیرش بند (۱۰-۳-۲-۳) را ارضا نمایند.

۱۰-۳-۲-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: تکیه‌گاه‌ها و مهاربندهای این لوله‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بندهای (۶-۲-۱) باشند. لوله‌هایی که از طبقات یا درزهای انقطاع می‌گذرند علاوه بر معیارهای فوق باید ضوابط مربوط به تغییرشکل طبق بند (۶-۲-۳) را نیز تامین نمایند. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این لوله‌ها مجاز می‌باشد.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: تکیه‌گاه‌ها و مهاربندهای این لوله‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. لوله‌هایی که از طبقات یا درزهای انقطاع می‌گذرند علاوه بر معیارهای فوق باید ضوابط مربوط به تغییرشکل طبق بند (۶-۲-۳) را نیز تامین نمایند. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این لوله‌ها مجاز می‌باشد.

۱۰-۳-۳- لوله‌کشی‌های بدون فشار

۱۰-۳-۳-۱- تعریف و محدوده کاربرد

لوله‌هایی که مایعات را به صورت ثقلی یا تحت فشار جو انتقال می‌دهند، از جمله لوله‌های فاضلاب، لوله‌های تهویه، لوله‌های آب گرم و سرد سیستم گرمایش و سرمایش و سایر لوله‌های مشابه باید ملزومات این بند را برآورد سازند. این لوله‌ها محتوی موادی هستند که در صورت آسیب‌دیدن لوله‌ها تنها خسارات غیرجانی را به‌دنبال دارند.

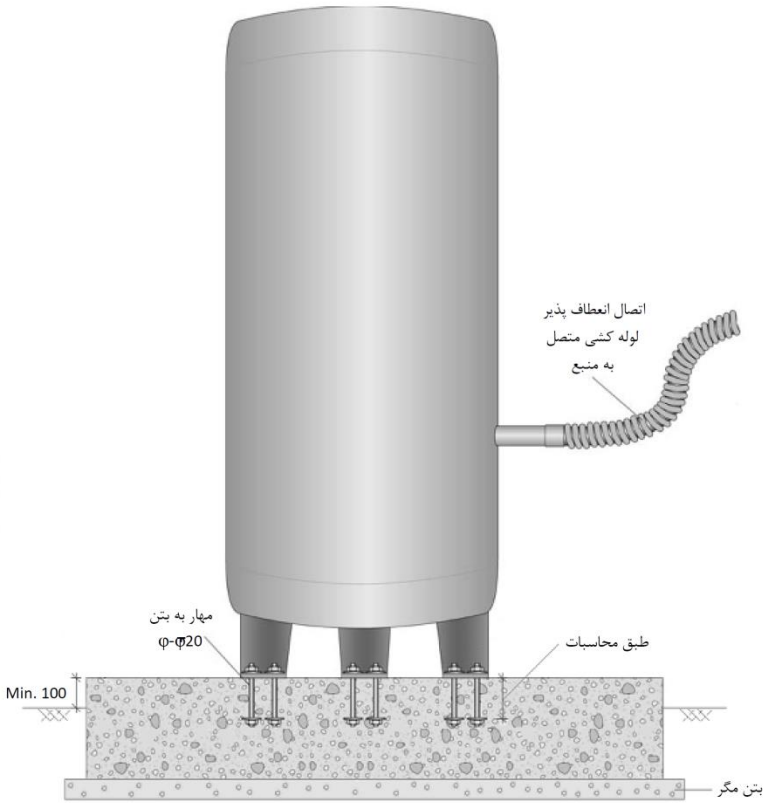
۱۰-۳-۳-۲- رفتار جزء و روش طراحی

لوله‌کشی مایعات بدون فشار، حساس به شتاب، محسوب می‌شوند. لوله‌هایی که از طبقات یا درزهای انقطاع می‌گذرند حساس به تغییرشکل نیز محسوب می‌شوند و باید معیارهای پذیرش بند (۱۰-۳-۳-۳) را ارضا نمایند.

۱۰-۳-۳-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: لوله‌هایی که تحت اثر مایعات بدون فشار می‌باشند لازم نیست برای سطح عملکرد ایمنی جانی برای بهسازی کنترل شوند.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: تکیه‌گاه‌ها و مهاربندی‌های این لوله‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشد. لوله‌هایی که از طبقات یا درزهای انقطاع می‌گذرند علاوه بر معیار فوق باید ضوابط مربوط به تغییرشکل طبق بند (۶-۲-۳) را نیز تامین نماید. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این لوله‌ها مجاز می‌باشد.



توضیح:

- ابعاد شالوده بتنی باید به اندازه ای باشد که در مقابل نیروی واژگونی پایداری نماید و ضخامت آن نیز برای طول مهاری پیچ ها کافی باشد.
- کلیه ابعاد به میلیمتر است.

جزئیات اتصال منبع ایستاده به کف

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

طراحی مهار تکیه گاه چیلر Water Cooled Scroll

۵۰ تنی در ساختمان بیمارستانی که باید خدمت رسانی

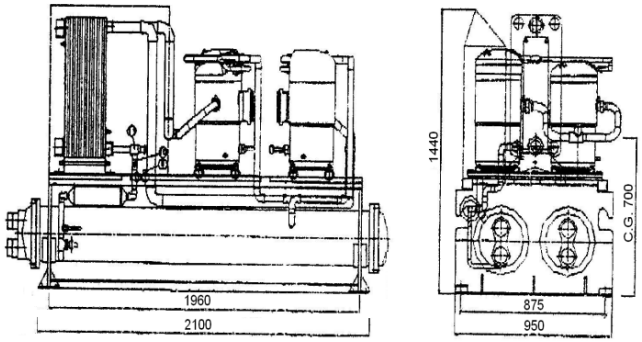
بی وقفه داشته باشد ، انجام می شود .

بیمارستان در منطقه ای واقع است که نسبت شتاب زلزله

سطح خطر (۲) به سطح خطر (۱) برابر با ۱/۶و نوع زمین

IV می باشد .

SLCS-30-4W to SLCS-60-4W



$I_{\mathrm{p}} = 1.4$

A= 0.35

S=1.75

$a_p = 1$ و $R_p = 2.5$

از جدول شماره (۲) ؛

طبق روابط ۲،۱و۳؛

$$0.3S_{DS}W_p\,I_P \le F_P = \frac{0.4\times a_p\ S_{DS}W_P\ \ I_P}{R_P}\left(1+2\frac{Z}{h}\right) \le 1.6S_{DS}\,I_P W_P$$

$$F_{Pz} = \pm 0.2 S_{DS} W_P I_P$$

$$S_{Ds} = A\,(1+S\,) = \ 0.35 \times 1.6\,(1+1.75) = 1.54$$

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

موتورخانه در طبقه زیرزمین قراردارد. لذا ؛

Z=0

پس ؛

$$0.65W_p \leq F_p = 0.34W_p \leq 3.4W_p$$
$$F_{pz} = \pm 0.43\, W_p$$

بنابراین،

$$\begin{cases} F_p = 0.65W_p \\ F_{pz} = \pm 0.43W_p \end{cases}$$

W_p = وزن تجهیز در حال بهره برداری =1400 kg

$$\Rightarrow \begin{cases} F_p = 910\ kg \\ F_{pz} = \pm 602\ kg \end{cases}$$

نظر به اینکه طراحی به روش تنش مجاز انجام می پذیرد‌لذا به مقادیر نیروهای F_p و F_{pz} باید ضریب ۰/۷ اعمال شود همچنین نظر به اینکه هدف محاسبه مهار تکیه گاهی فولادی است ، لازمست به مقادیر فوق الذکر ضریب ۱/۳اعمال گردد . بنابراین طراحی مهارهای تکیه گاهی باید برای نیروهای همزمان به شرح زیر محاسبه شوند؛

$$\begin{cases} F_p = 910 \times 0.7 \times 1.3 = 828\ kg \\ F_{pz} = \pm 602 \times 0.7 \times 1.3 = \pm 548\ kg \end{cases}$$

$W_p = 1400\ \text{kg} = 3080\ lb$

$F_p = 828\ kg = 1822\ lb$

$F_{pz} = \pm 548\ kg = \pm 1206\ lb$

$N_1 = 2$ تعداد انکربولت در امتداد طول شالوده

$a = 1960\ mm$ فاصله انکربولت ها از یکدیگر $= 77.2\ in$

$N_2 = 2$ تعداد انکربولت در امتداد عرض شالوده

$b = 875\ mm$ فاصله انکربولت ها از یکدیگر $= 34.4\ in$

$H_{c.g.} = 705\ mm$ ارتفاع مرکزثقل تجهیز $= 27.8\ in$

$N_B = N_1 + N_2 = 4$

$\theta = Tan^{-1}[(N_2 \times a)/(N_1 \times b)]$

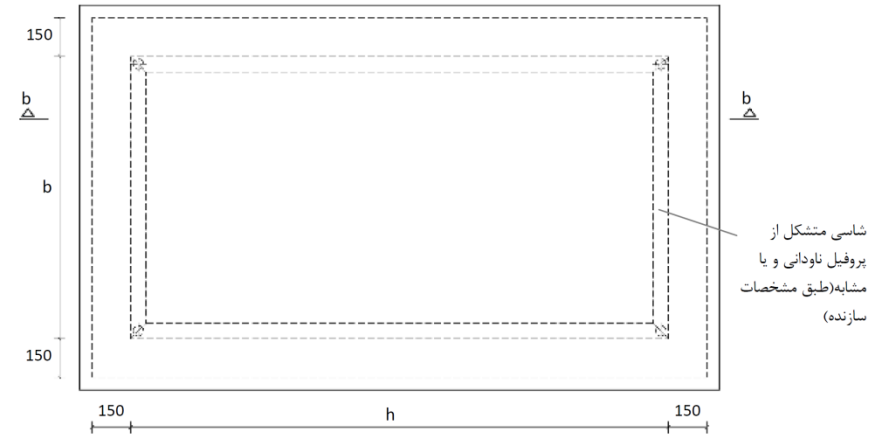
θ=66°

$T = (-W_P + F_{PZ})/N_B + F_P \times H_{c.g.}[Cos\theta/N_2 \times a + Sin\theta/N_1 \times b] = 321\ lb = 146 kg$

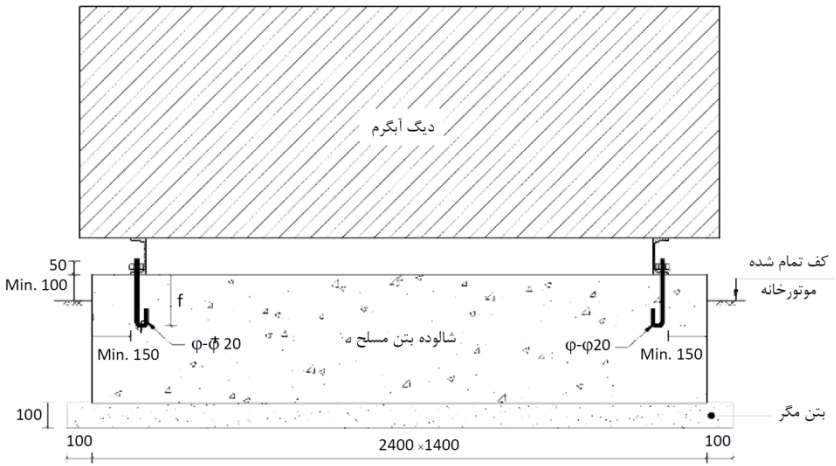
$V = F_P/N_b = 828/4 = 207\ kg$

بنا به ملاحظات اجرائی قطر مهار حداقل Φ16 انتخاب می شود . البته لازم نیست که طول مهاری بر اساسΦ16 منظور گردد. از جزئیات صفحه بعد استفاده می شود .

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.



پلان



SEC. b-b

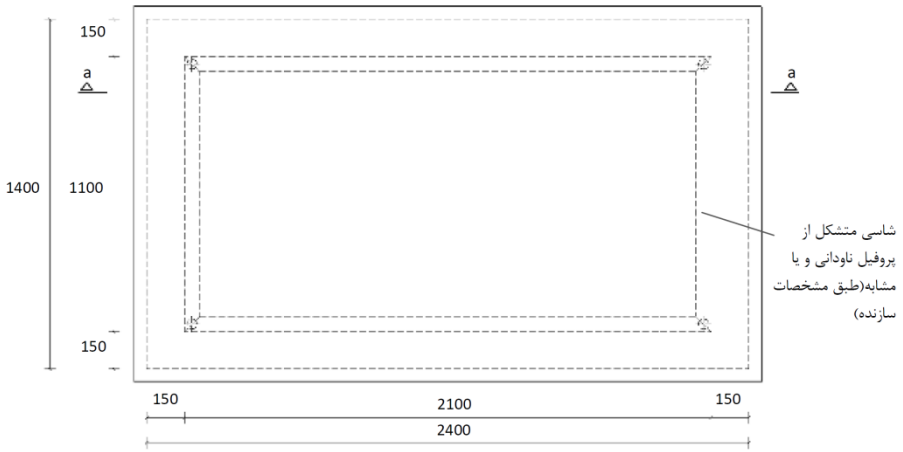
وزن تجهیز در حالت بهره برداری (t)	h mm	b mm	f mm	
			صاف	آجدار
Wp ≤ 2	1000	950	200	150
2 ≤ wp ≤ 6	2000	1500	400	300
6 ≤ wp ≤ 9	2500	1750	550	450

توضیح:

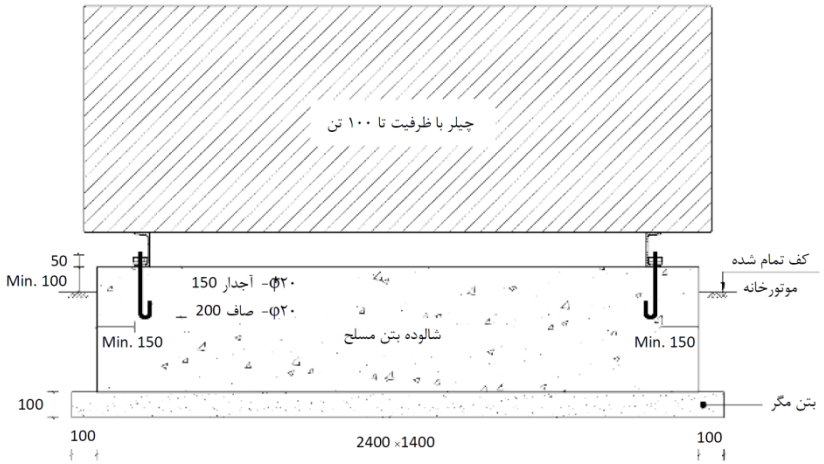
- کلیه ابعاد به میلیمتر است.

جزئیات اتصال دیگ آبگرم

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.



پلان



SEC. a-a

توضیح:

کلیه ابعاد به میلیمتر است.

جزئیات اتصال چیلر با ظرفیت تا ۱۰۰ تن

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

۱۰-۴- کانال کشی

۱۰-۴-۱- تعریف و محدوده کاربرد

کانال کشی شامل کانال‌های سیستم های تهویه مطبوع و تعویض هوا می‌باشد. برای کانال هایی که حامل مواد خطرناک نبوده و شرایط زیر را برآورده سازند، بست های لرزه‌ای الزامی نمی‌باشد.

۱- کانال‌های تهویه مطبوعی که با آویزهای ۳۰ سانتیمتری یا کمتر از آن به تکیه‌گاه‌های سازه‌ای آویزان می‌باشند. آویزها باید به مرکز ثقل کانال و بدون خروج از مرکزیت نسبت به مرکز ثقل آن متصل باشند.

۲- کانال های تهویه مطبوعی که مساحت مقطع آنها کمتر از ۰/۵۵مترمربع باشد.

۱۰-۴-۲- رفتار جزء و روش طراحی

کانال‌های تهویه مطبوع، حساس به شتاب، محسوب می‌شوند. کانال‌هایی که از طبقات یا درزهای انقطاع می‌گذرند حساس به تغییرشکل نیز محسوب می‌شوند. کانال‌ها باید معیارهای پذیرش بند (۱۱۱۰-۴-۳) را ارضا نمایند.

۱۰-۴-۳- معیارهای پذیرش

در سطح عملکرد ایمنی جانی و قابلیت استفاده بی‌وقفه،کانال‌کشی باید الزامات روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) را تامین نماید.

۱۰-۵- تجهیزات برقی و مخابراتی

۱۰-۵-۱- تعریف و محدوده کاربرد

سیستم‌های نگهدارنده تمام تجهیزات برقی و مخابراتی، شامل پانل‌های کنترل و تابلوهای برق، باطری، تجهیزات مراکز کنترل، کلیدهای برق و دیگر اجزای ثابت واقع در اتاق‌های برق و موتورخانه‌ها در ساختمان که دارای شرایط زیر باشند باید برای نیروهای ناشی از زلزله طراحی شوند.

۱- تمام تجهیزاتی که وزن آن‌ها بیش از ۱۸۰ کیلوگرم باشد.

۲- تجهیزات مهارنشده با وزن بیش از ۴۵ کیلوگرم که ضریب اطمینان آن‌ها در برابر واژگونی محاسبه‌شده با نیروهای طراحی لرزه‌ای بند (۶-۲-۱) کمتر از ۱/۵باشد.

۳- تجهیزات دارای وزن بیش از۱۰ کیلوگرم که به سقف، دیوار، یا تکیه‌گاه در ارتفاع بیش از ۱/۲۰متر از کف متصل باشند.

۱۰-۵-۲- رفتار جزء و روش طراحی

تجهیزات برقی، حساس به شتاب، محسوب می‌شوند و باید معیارهای پذیرش بند (۹-۵-۳) را ارضا نمایند.

۱۰-۵-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: تجهیزات برقی در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بندهای (۶-۲-۱) باشند. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این تجهیزات مجاز می‌باشد.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: تجهیزات برقی در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این تجهیزات مجاز می‌باشد.

۱۰-۶- سیم‌کشی‌ها و کابل‌کشی‌ها

۱۰-۶-۱- تعریف و محدوده کاربرد

کلیه تجهیزات انتقال، مجاری و کابل‌های برقی و مخابراتی و تکیه‌گاه‌های آن‌ها باید با ملزومات این بند سازگار باشند.

۱۰-۶-۲- رفتار جزء و روش طراحی

تجهیزات انتقال برق، حساس به شتاب، محسوب می‌شوند. سیم‌کشی‌ها و مجاری گذرنده از طبقات یا درزهای انقطاع، حساس به تغییرشکل نیز محسوب می‌شوند. تجهیزات باید معیارهای پذیرش طبق بند (۱۰-۶-۳) را ارضا نمایند.

۱۰-۶-۳- معیارهای پذیرش

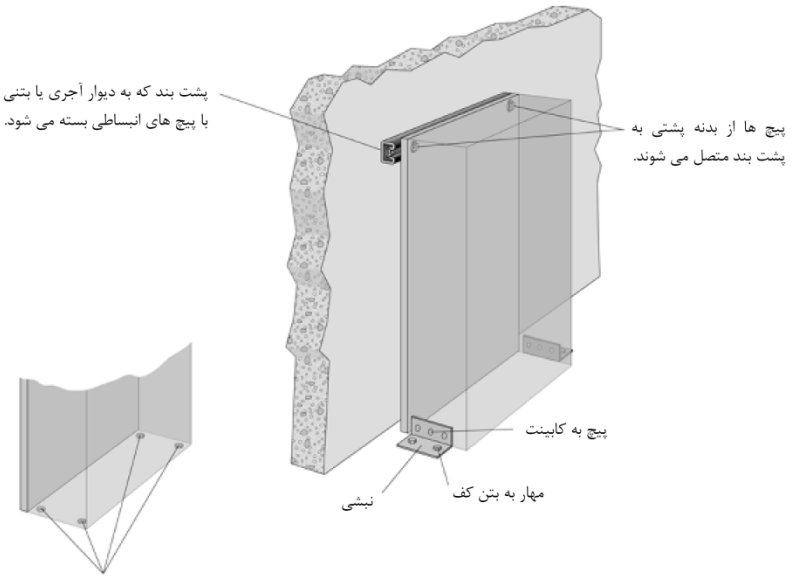
۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: سیم‌کشی و کابل‌کشی‌ها باید ملزومات روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) را رعایت نمایند.

۲-سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: سیم‌کشی و کابل‌کشی‌ها باید ملزومات روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) را رعایت نمایند.

۱۰-۷- چراغ‌ها و اجزای روشنایی

۱۰-۷-۱- تعریف و محدوده کاربرد

چراغ‌ها و اجزای روشنایی شامل انواع زیر می‌باشند:



پیش بینی شده درصورتیکه در زمان ساخت اتصال کابینت به کف باشد و دسترسی نیز وجود داشته باشد، میتوان مستقیما کف کابینت را مهار نمود.

جزئیات اتصال تابلوهای برق خود ایستا

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

۱- توکار و روکار

۲- لوسترها و چلچراغ‌ها

۳- سیستم‌های نورپردازی

۱۰-۷-۲- رفتار جزء و روش‌طراحی

اجزای تثبیت چراغ‌ها باید معیارهای بند (۱۰-۷-۳) را ارضا نمایند.

۱۰-۷-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی:

نوع ۱: اتصال به سقف یا دیوار باید بدون هیچ نشانه‌ای از لق‌شدگی باشد.

نوع ۲: اجزایی که وزن آن‌ها بیش از ۱۰کیلوگرم باشد باید به صورت مناسبی به یکدیگر وصل شوند و اتصال آن‌ها به ساختمان باید شکل‌پذیر باشد. جزء باید برای تاب‌خوردن بدون برخورد به موانع اطراف آزاد باشد.

نوع ۳: مهاربندی سیستم و تکیه‌گاه‌های آن باید ضوابط روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) را رعایت نمایند.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه:

نوع ۱: جزئیات اتصال به سقف یا دیوار باید بدون بروز لق‌شدن باشد.

نوع ۲: اجزایی که وزن آن‌ها بیش از ۱۰ کیلوگرم باشد باید به صورت مناسبی به یکدیگر وصل شوند و اتصال آن‌ها به ساختمان باید شکل پذیر باشد و جزء باید برای تاب خوردن بدون برخورد به موانع اطراف آزاد باشد.

نوع ۳: مهاربندی سیستم و تکیه‌گاه‌های آن باید ضوابط روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) را رعایت نمایند.

۱۰-۸ – قفسه‌ها

۱۰-۸-۱- تعریف و محدوده کاربرد

قفسه‌ها بسته به نوع مواد نگهداری شده در روی آن‌ها به چهار نوع تقسیم می‌شوند.

۱- قفسه داروها، مواد و وسایل پزشکی و آزمایشگاهی؛

۲- قفسه تجهیزات مخابراتی و رایانه‌ای؛

۳- قفسه کتاب‌ها؛

۴- قفسه سایر مواد.

۱۰-۸-۲- رفتار جزء و روش طراحی

قفسه‌ها، حساس به شتاب، محسوب می‌شوند. این قفسه‌ها باید معیارهای پذیرش بند (۱۰-۸-۳) را ارضا نمایند.

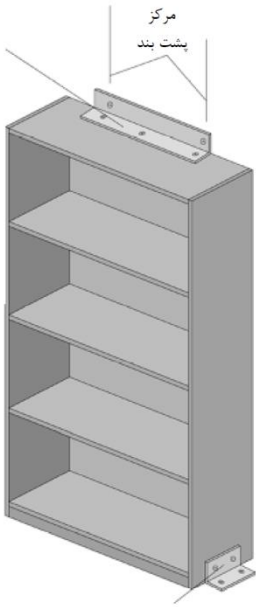
۱۰-۸-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: قفسه‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. در مورد قفسه‌های نوع ۲ در صورت کاربرد روش تجویزی باید ملزومات این روش مطابق بند (۶-۱) رعایت شود.

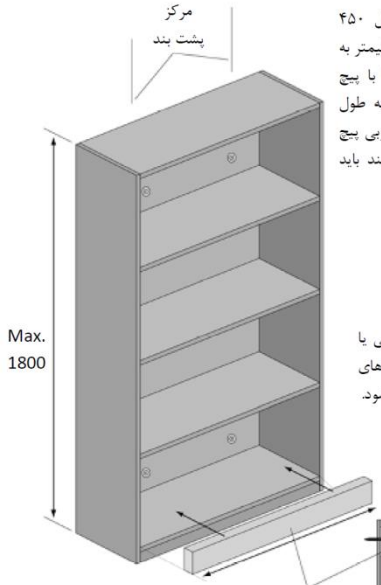
۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: قفسه‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. در مورد قفسه‌های نوع ۲ در صورت کاربرد روش تجویزی باید ملزومات این روش مطابق بند (۶-۱) رعایت شود.

حداقل پشت بند چوبی با مقطع ۱۰۰x۵۰ میلیمتر باید اجرا شود. باید اطمینان حاصل گردد که پشت بند در کل ارتفاع تا کف بالایی ادامه دارد و یا بصورت مطمئن به قاب سازه مهار شده باشد.

اگر بدنه پشتی چوبی یا فلزی قفسه با اتصالات مکانیکی به قاب قفسه متصل شده باشد، قفسه می تواند مستقیما به پشت بند، حداقل در ۲ محل در بالا و پایین قفسه، با پیچ به قطر ۶ میلیمتر بسته شود.

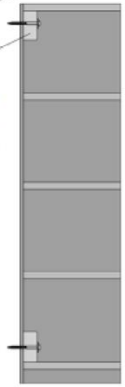


حداقل L60x60x6 به طول ۴۵۰ میلیمتر با پیچ به قطر ۶ میلیمتر به پشت بند فلزی دیگر و یا با پیچ چوبی به قطر ۶ میلیمتر به طول ۵۰ میلیمتر به پشت بند چوبی پیچ شود. حداقل به دو پشت بند باید بسته شود.

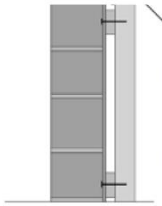


برای اتصال به دیوار بتنی یا آجری باید از پیچ های انبساطی M۱۰ استفاده شود.

حداقل L60x60x6 به طول ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیمتر در هر طرف باید با ۲ پیچ نمره ۱۰ به کابینت و با دو پیچ M۱۰ انبساطی به کف متصل شود.



اگر ضخامت ورق پشت از ۶ میلیمتر کمتر است باید پشت بند به ابعاد و مقطع ۱۰۰x۲۵ میلیمتر در کل عرض بالا و پایین کابینت به آن متصل شود.



اگرفاصله ای بین قفسه و دیوار باشد باید با تخته مناسبی در بالا و پایین در پشت قفسه قرار داد و با پیچ آنرا بست.

توضیح:

- کلیه ابعاد به میلیمتر است.

جزئیات مهار قفسه های کتاب به دیوار و کف

مهندسین مشاور
SARZAMIN consulting eng.

۱۰-۹- کف‌های کاذب

۱۰-۹-۱- تعریف و محدوده کاربرد

کف‌های کاذب پانل‌بندی‌شده که جهت دسترسی به سیم‌ها یا فیبرهای نوری و دیگر تجهیزات مربوط به رایانه و یا وسایل الکترونیکی طراحی شده‌اند مشمول این بند می‌باشند.

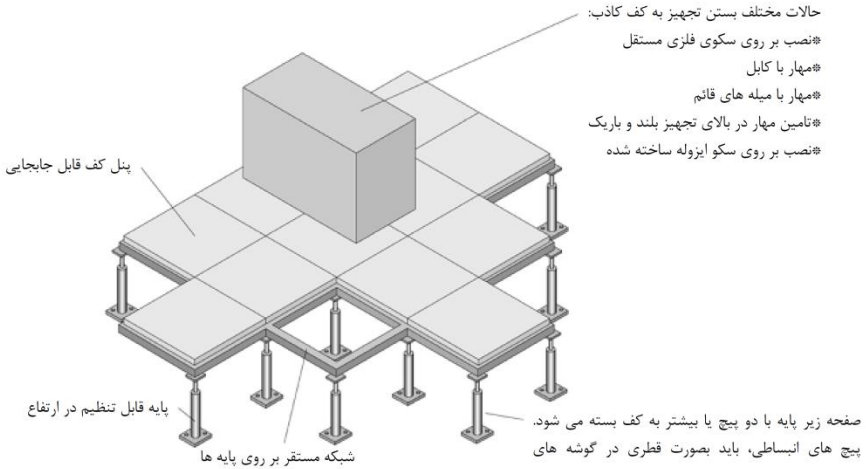
۱۰-۹-۲- رفتار جزء و روش طراحی

کف‌های کاذب، حساس به شتاب و تغییرشکل، محسوب می‌شوند. کف‌های کاذب باید معیارهای پذیرش طبق بند (۱۰-۹-۳) را ارضا نمایند.

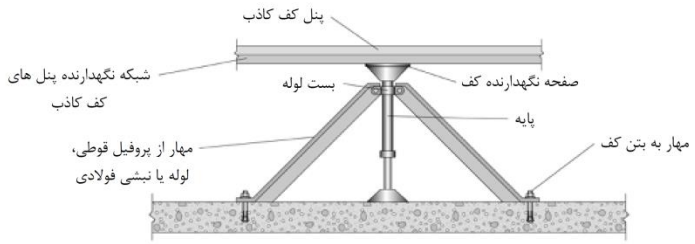
۱۰-۹-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: کف‌های کاذب در سطح عملکرد ایمنی جانی نیاز به طراحی ندارند.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: کف‌های کاذب در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای مطابق بند (۶-۲-۱) باشند. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این اجزا مجاز می‌باشد.



پایه های کنسولی کف کاذب



پایه مهار شده کف کاذب

(برای کف های مرتفع یا پایه هائیکه به اندازه کافی در مقابل زلزله مقاوم نیستند)

جزئیات مهار کف های کاذب

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

۱۰-۱۰- آسانسورها

۱۰-۱۰-۱- تعریف و محدوده کاربرد

آسانسور شامل اتاقک، شفت و تجهیزات برای بهره‌برداری آن از قبیل بالابر، وزنه‌های تعادل، کابل‌ها، کنترل‌کننده‌ها و اتاق تجهیزات می‌باشد.

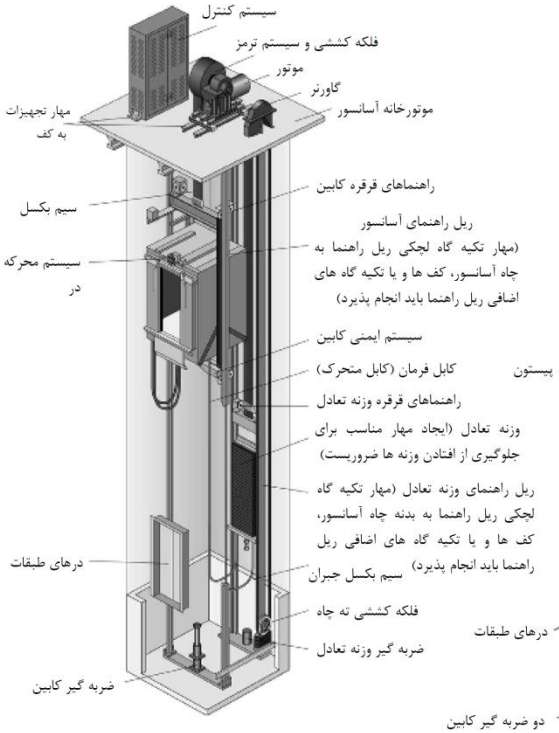
۱۰-۱۰-۲- رفتار جزء و روش طراحی

اجزای آسانسور، حساس به شتاب، محسوب می‌شود. شفت و ریل‌های بالابر که در طبقات متعدد ادامه می‌یابند، حساس بـه شـتاب و تغییرشـکل محسوب می‌شوند. این اجزاء باید معیارهای پذیرش طبق بند (۱۰-۱۰-۳) را ارضا نمایند.

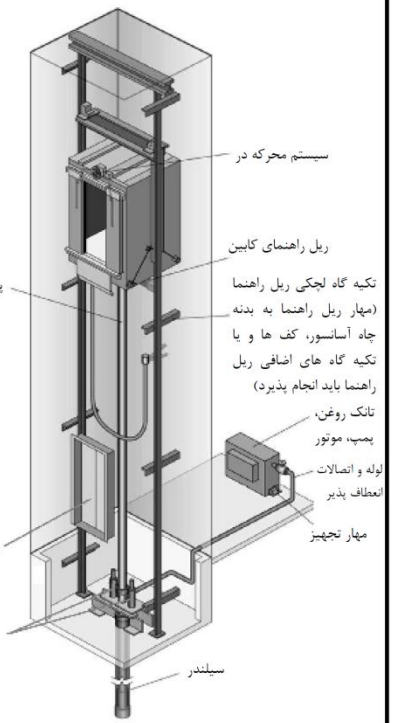
۱۰-۱۰-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: اجزای آسانسور در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. شفت و ریل‌های بالابر علاوه بر معیار فوق باید ضوابط بند (۶-۲-۳) را نیز برآورده نمایند. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این اجزا مجاز می‌باشد.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: اجزای آسانسور باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. شفت و ریل‌های بالابر علاوه بر معیار فوق باید ضوابط بند (۶-۲-۳) را نیز برآورده نمایند. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این اجزاء مجاز می‌باشد.



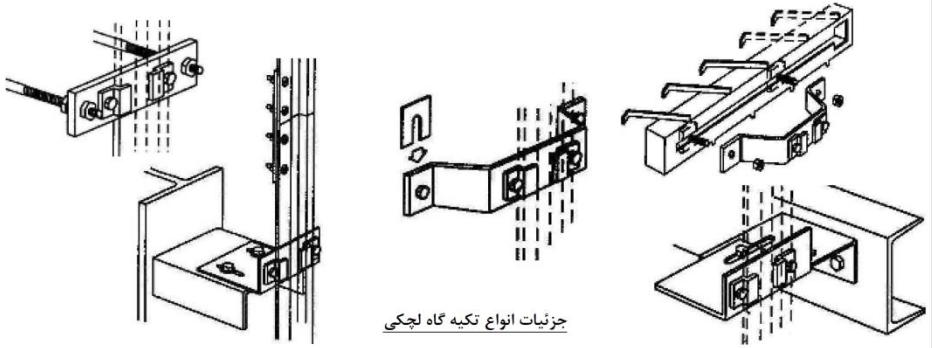
آسانسور کششی



آسانسور هیدرولیکی

توجه:

برای تامین بهره برداری ایمن، ایجاد تکیه گاه های جانبی مقاوم در برابر نیروی زلزله و پذیرا برای جابجایی نسبی بین طبقات برای ریل های راهنما ضروریست.



جزئیات انواع تکیه گاه لچکی

جزئیات مهار ریل های راهنمای کابین آسانسور

مهندسین مشاور سرزمین
SARZAMIN consulting eng.

۱۰-۱۱-پله های برقی و نقاله‌ها

۱۰-۱۱-۱- تعریف و محدوده کاربرد

پله‌های برقی و نقاله‌ها شامل انتقال‌دهنده‌های مواد و مصالح با تمام ماشین‌آلات و کنترل‌کننده‌های لازم برای بهره‌برداری از آنها می‌باشد.

۱۰-۱۱-۲- رفتار جزء و روش طراحی

پله‌های برقی و نقاله‌ها، حساس به شتاب و تغییرشکل، محسوب می‌شوند. این اجزا باید معیارهای پذیرش طبق بند (۱۰-۱۱-۳) را ارضا نمایند.

۱۰-۱۱-۳- معیارهای پذیرش

۱- سطح عملکرد ایمنی جانی: برای این سطح عملکرد طراحی نقاله‌ها ضروری نیست.

۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه: نقاله‌ها در موارد لزوم طبق جدول (۲) باید قادر به تحمل نیروهای طراحی لرزه‌ای، محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۱) باشند. همچنین این نقاله‌ها باید تغییرمکان نسبی محاسبه‌شده طبق بند (۶-۲-۳) را تحمل نمایند. استفاده از روش تجویزی ذکرشده در بند (۶-۱) برای این اجزا مجاز می‌باشد.

با تشکر از توجه شما

مهندسین مشاور سازمین
SARZAMIN consulting eng.